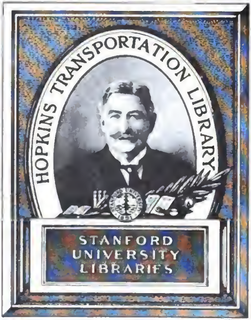


Moderne Luftschiffahrt

Franz Linke


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

K. u. K.
INFANTERIE-REGIMENT
HOCH u DEUTSCHMEISTER Nr. 4.
OFFICIERS-BIBLIOTHEK.



Ballon „Excelsior" vor der Hochfahrt A. Bersons und Spencers am 15. September 1898 am Crystall-Palace in London.

Moderne Luftschiffahrt

Dr. Franz Linke

[illegible]

Mit [illegible] Abbildungen auf 24 Tafeln

Berlin
Verlagsbuchhandlung
Alfred Schall,
Königl. Preuss. und Herzogl. Bayer. Hofb.
1903



Moderne Luftschiffahrt

von

Dr. Franz Linke
Assistent am Geophysikalischen Institut der Universität Göttingen.

Mit 37 Abbildungen auf 24 Tafeln.

Berlin
Verlagsbuchhandlung
Alfred Schall,
Königl. Preuss. und Herzogl. Bayer. Hofbuchhändler.
1903

Typograph-Maschinensatz von Oscar Brandstetter in Leipzig.

An den Leser.

Als ich vor wenigen Jahren durch wissenschaftliche Untersuchungen zu Ballonfahrten veranlaßt wurde, empfand ich sehr schwer den Mangel eines Buches, an der Hand dessen man sich schnell über den heutigen Stand der Luftschiffahrt, die sich in Deutschland während der letzten 20 Jahre von vollkommener Darniederlage zu bedeutender Blüte entwickelt hat, unterrichten konnte.

Die gegenwärtige aëronautische Litteratur weist nur Werke auf, die specielle Gebiete behandeln und oft auf die Erklärung eines neuerfundenen „Lenkbaren Ballons" hinauslaufen. Andere wieder sind streng fachmännisch gehalten und auch nicht bis auf die Jetztzeit durchgeführt. Der Interessent ist also gezwungen, durch persönliche Anschauung und Vertiefung in die trocknen Artikel der Fachzeitschriften seinen Durst zu stillen.

Als daher die Verlagsbuchhandlung Alfred Schall in Berlin mir wiederholt den ehrenvollen Auftrag zukommen ließ, über Luftschiffahrt zu schreiben,

gelang es ihr endlich, meine entgegenstehenden Bedenken zu zerstreuen, zumal ich sah, daß aus kompetenterer Feder in absehbarer Zeit kein Werk hervorgehen würde.

Durch eifriges Studium suchte ich die immer noch gering zu nennende Erfahrung zu vervollkommnen und trete nun mit dieser Erstlingsarbeit vor ein gestrenges Publikum.

Nicht soll dem Fachmann eine fachwissenschaftliche Abhandlung geboten werden; nein, Freunde diesem schönsten Sport zu werben, sowie Verständnis für unsere Thätigkeit und eine Würdigung der großen Fortschritte der letzten Jahrzehnte zu ermöglichen, ist der Grundgedanke.

Der Verlag hat die Ausstattung des Buches dem modernen Geschmack des Publikums entsprechend eingerichtet und keine Mühe und Mittel gescheut, durch eine große Anzahl Bilder die Anschaulichkeit des Gesagten zu erhöhen. Ich möchte nicht verfehlen, an dieser Stelle meine dankbarste Anerkennung des dabei bewiesenen, von Sachkenntnis getragenen Interesses auszusprechen.

Göttingen, im Januar 1903.

Der Verfasser.

Erstes Kapitel.

Die Entwicklung der Luftschiffahrt.

Solange es eine denkende Menschheit giebt, wird sie die Frage aufgeworfen haben, warum es gerade dem vollendetsten Geschöpfe versagt sei, sich den Vögeln gleich in die Luft zu erheben. Zwar war der Mensch nicht in allen Dingen den Tieren überlegen: Da konnte das eine schneller laufen, das andere besser klettern, ein drittes hatte größere Körperkraft, ein weiteres war gewandter im Schwimmen. Aber das sind alles Fertigkeiten, die der Mensch auch besaß, wenn auch in geringerem Grade. Nur die Gabe des Fliegens war ihm vollständig versagt, und sie gerade wird ihm am meisten begehrenswert erschienen sein.

Der Wunsch, fliegen zu können, wird erst zurückgetreten sein, als man durch Versuche sich überzeugt hatte, daß mit einfachen Hilfsmitteln nichts erreicht werden könne. Wie viele unserer in grauer Vorwelt lebenden Ahnen werden wohl große Vogelflügel zur Hand genommen und damit rhythmisch umhergeschlagen haben. Vergebens war das Bemühen. Er mußte

seine Bewegung darauf beschränken, rechts und links, rück- und vorwärts zu gehen; die Erhebung vom festen Erdboden in die dünne Luft blieb ein Traum.

In Sagen lebte der Wunsch fort. Was dem Menschen selbst versagt war, dichtete er überirdischen Wesen an: Seine Götter wurden von Wolken getragen, seine Zauberer und Hexen flogen durch die Lüfte. So hat jedes Volk seine Mythen, die der alten Erzählung von Dädalus und Ikarus ähneln, alle, auch Chinesen, Indianer, Negerstämme und Indier.

Sie würden keinen besonderen Wert für die Geschichte der Luftschiffahrt haben, wenn nicht einige häufig wiederkehrende Punkte unsere Aufmerksamkeit erregen müßten. Wenn beispielsweise davon die Rede ist, daß sich Menschen mittels Rauch in die Luft erhoben, wer dächte nicht sofort an die Montgolfière? Und es ist wirklich nicht ausgeschlossen, daß in früheren Zeiten schon ballonähnliche Erfindungen bekannt gewesen, doch mit dem Schleier des Geheimnisvollen umgeben und schließlich der Vergessenheit anheimgefallen sind.

Als historische Vorläufer der Luftschiffahrt gelten Archytas, ein Schüler des Pythagoras, von dem griechische Schriftsteller berichten, er habe eine hölzerne Taube verfertigt, die frei in der Luft fliegen konnte, weil er „einen Hauch eingeschlossen" hatte, und über 2000 Jahre nach ihm der Jesuitenpater Lana, der eine ganz richtige Theorie aufstellte über die Luftschiffahrt mit luftleeren Gefäßen. Während der erste etwas ausführte, das wir uns heute nicht erklären können, hatte der zweite einen richtigen Gedanken, der

aber technisch undurchführbar ist. Es war gerade nach der Zeit, wo man mittels des Barometers nachgewiesen hatte, daß die Luft ein Gewicht habe. Folglich, so führte Lana aus, ist ein luftleerer Raum leichter wie seine Umgebung. Er muß also aufsteigen und, wenn man möglichst große solche Räume herstellt, müssen sie auch die Umhüllung und andere Lasten zu tragen vermögen. Bisher ist es aber unmöglich gewesen, solche große luftleere Räume in dünnwandigen Gefäßen herzustellen, da der äußere Luftdruck sie zusammenpressen würde.

Ferner ist von einer nicht mehr in Einzelheiten feststehenden historischen Begebenheit zu berichten, von der als wahr angenommen werden kann, daß im Jahre 1709 ein aus Brasilien gebürtiger Pater Gusman sich mittels erhitzter Luft emporgehoben hat. Das war also lange vor den französischen Erfindungen die erste Luftfahrt. Weitere Versuche wurden von der Inquisition verhindert.

Jetzt erst kommt der Ballon und giebt den unklaren Ideen, die zu jener Zeit infolge der Lehren von verschieden schweren Luftsorten in den Köpfen vieler gelehrter Männer bestanden, Hand und Fuß. So ist es ja immer: Ein Gedanke wird durch die Arbeit vieler so weit gebracht, daß er fast zu Ende gedacht ist und — wie wir sagen — in der Luft liegt. Aber derjenige, der ihn aufgreift und in die That umsetzt, das ist eben der Erfinder. Nachher scheint es einfach und alle machen es nach; aber man darf deshalb nie das Verdienst des ersten gering achten.

Joseph und Etienne Montgolfier stammten aus einer angesehenen Familie. Ihre Vorfahren waren lange Zeit Papierfabrikanten in der Bretagne gewesen, hatten aber ihres protestantischen Glaubens wegen von dort flüchten müssen und sich schließlich in der Nähe von Annonay niedergelassen. Die beiden Brüder vereinigten mit guter Bildung einen gewaltigen Unternehmungsgeist und waren auf das Flugproblem verfallen. Es ist nun als sicher anzunehmen, daß sie über das, was bisher in dieser Frage theoretisch und praktisch geleistet war, einigermaßen unterrichtet gewesen sind, aber es ist heute nicht mehr festzustellen, was sie sich dabei dachten, als sie unter einer mit Papier beklebten Leinwandhülle feuchtes Stroh und zerhackte Wolle verbrannten. Wahrscheinlich wollten sie dadurch Wolken erzeugen oder den Rauch einfangen, da sie beobachtet hatten, daß beide Gebilde in der Luft schwebten. Vielleicht erhofften sie auch Elektrizität zu erzeugen, deren rätselhafte Kraft so oft zur Erklärung von allerhand Vorgängen herhalten muß, und mit ihrer Hilfe ein neues Gas herzustellen. Jedenfalls waren sie sich nicht bewußt, daß sie die Luft im Ballon durch Erwärmung leichter machten, so daß sie ihre Hülle tragen konnte. — Genug, ihre Versuche gelangen und konnten am 5. Juni 1783 zu Annonay öffentlich vorgeführt werden. Unter großem Jubel des erstaunten und begeisterten Publikums erhob sich der erste Ballon und entschwand bald den Blicken.

Wie ein Lauffeuer verbreitete sich die Nachricht von der neuen Erfindung. Sofort wurde in Paris

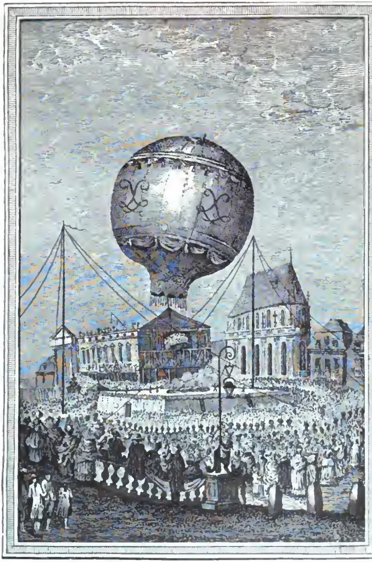


Fig. 1. „Versuch, welchen Herr Montgolfier den 19. Herbstmonates 1783 zu Versailles in Gegenwart Ihrer Majestäten und der Königl. Familie gemacht. Die Luftmaschine hielt 57 Schuhe in der Höhe und 41 im Durchmesser".

Nach einer zeitgenössischen Radierung von W. Abner.

eine Sammlung vorgenommen und der Physiker Professor Charles damit beauftragt, das Experiment nachzumachen. Ja, da war guter Rat teuer, weil die Montgolfiers über ihr Gas, das sie ja selbst nicht kannten, das größte Stillschweigen beobachteten. Doch da die Idee des Ballons einmal fertig war, erledigte er sich seines Auftrages in echt wissenschaftlicher Weise: Er sagte sich, daß ein Ballon nur in der Luft hochsteigen könnte, wenn er mit einem Gase gefüllt sei, das leichter als Luft ist, und nachdem 1766 der Engländer Cavendish das leichte Wasserstoffgas entdeckt hatte, lag es nahe, damit einen Versuch zu machen. Mit rühmenswerter Umsicht und Genialität erbaute Charles die Gaserzeugungsapparate — Wasserstoff war bisher nur in kleinen Mengen hergestellt worden — und schon am 27. August 1783, zwölf Wochen nach Montgolfiers erstem Auftreten, stieg der erste Gasballon vom Marsfelde in die Lüfte.

Ihn verfolgte ein trauriges Geschick: Als er in den Wolken verschwand, schied er von einer vieltausendköpfigen jauchzenden Menge; als er aber durch Ausdehnung des Gases geplatzt in einem Dorfe Gonesse wieder hernieder kam, rief er unter den Bauern eine recht verständliche Bestürzung hervor. Das aus der Luft gefallene Ungetüm wälzte sich vor ihren Augen hin und her; sie konnten sich nicht erklären, was das sei und hielten es schließlich für ein Werk des Teufels. Als er aber so hilflos dalag, ging es mutig darauf los: Dreschflegel, Mistgabeln und ähnliche ländliche Waffen halfen es bald vernichten und zum Überfluß band man

den mit so viel Mühe und so großen Kosten hergestellten Ballon an einen Pferdeschweif und ließ ihn über das Feld schleifen.

Den beiden Erfindern zu Ehren taufte man den Warmluftballon Montgolfière, den Gasballon Charlière.

Nun geht die Entwicklung unaufhaltsam vorwärts: In Gegenwart Ludwigs XVI. stiegen bald die ersten Luftschiffer in einer Montgolfière auf. Es waren — ein Hammel, eine Ente und ein Hahn. Sie müssen sehr gut heruntergekommen sein; denn man fand den Hammel bei seiner Lieblingsbeschäftigung: er fraß. Es wurde als Beweis angesehen, daß die Luft höherer Regionen dem tierischen — also auch dem menschlichen — Organismus durchaus nicht schädlich sei, und es fanden sich Männer, die am 21. November 1783 nach vorausgegangenen Fesselaufstiegen den Mut hatten, sich in einer freien Montgolfière dem unerforschten Element anzuvertrauen: Pilâtre de Rozier und Marquis d'Arlandes. Anfangs war der König sehr dagegen gewesen, daß bei dem Mangel an Erfahrungen in dem neuen Sport Menschen dieser gefährlichen Maschine anvertraut würden, höchstens zwei zum Tode verurteilten Verbrechern sollte auf diese Weise Gelegenheit gegeben werden, sich das Leben zu verdienen. Aber Pilâtre de Rozier hatte es mit seinem Anhange zu verhindern gewußt, daß diese aus der menschlichen Gesellschaft Ausgestoßenen den Ruhm haben sollten, als die ersten sich in die Lüfte erhoben zu haben. Als endlich die Erlaubnis des Königs erlangt war, erhitzte man die schön verzierte Mont-

golfière, bis die nötige Tragkraft vorhanden war. Dann stiegen sie empor und regulierten während der Fahrt durch Schüren und Löschen des Feuers das Fallen und Steigen. Nach einer halben Stunde kamen beide unverletzt zur Erde.

Bald hob auch eine Charlière Menschen in die Höhe. Der Erfinder Charles selbst und sein Mechaniker fuhren auf, und durch Anbringung eines Ventiles und Mitnahme eines Barometers zur Höhenmessung bedeutet diese Fahrt einen wesentlichen Fortschritt.

In der Folgezeit verging kein Monat, an dem nicht die Pariser durch eine Auffahrt in Erregung gesetzt wurden. Auch in anderen Städten Frankreichs wurde das neue Wunder gezeigt. Überall hatte man mit Spannung und höchstem Enthusiasmus die Entstehung der „neuen Kunst" begrüßt und ihre schnelle Entwickelung verfolgt. Zwar waren die Leute nicht imstande, den großen Unterschied zwischen Montgolfière und Charlière zu verstehen und die Vorteile der letzteren zu würdigen, sie machten sich auch über die Tragweite der Erfindung eine allzu optimistische Vorstellung — immerhin wirkten sie thätig mit an den Verbesserungen der Luftschiffahrt, da schon ganz zuerst das Interesse sich in pekuniäre Hilfeleistungen umsetzen ließ. Die Sympathie des Volkes gehörte in erster Linie dem älteren Montgolfier. Aber die tiefere Einsicht der Gebildeten sorgte dafür, daß Charles in gleichem Maße geehrt wurde und zwar durch die Ernennung beider zu Mitgliedern der Pariser Akademie. Montgolfier hatte nun auch die wahre Natur

seiner Maschine erkannt und zeigte sich der erwähnten Auszeichnung dadurch würdig, daß er bis zu seinem Tode in einer großen Anzahl von Schriften das Prinzip eines Luftballons genau entwickelte und besonders die Frage der Lenkbarmachung solcher Aerostaten erörterte. Seine theoretischen Erörterungen sind von einer derartigen Schärfe und Weitsichtigkeit, daß sein Ruf als Physiker den Erfinderruhm eigentlich noch überstrahlt. Und dadurch erklärt es sich auch, daß Montgolfier trotz Charles' bedeutender Verbesserungen bis auf den heutigen Tag als Vater der Luftschiffahrt anerkannt wird.

Die Charlière hat ein so vielseitiges Übergewicht über den Warmluftballon, daß es nur eigentümlichen Verhältnissen zuzuschreiben ist, wenn sich der letztere noch lange neben dem Gasballon erhalten hat, ja hier und da auch heute noch verwandt werden soll. Besonders ist die Feuergefährlichkeit zu nennen, da leichter Stoff sich so dicht an offenem Feuer befindet. Ferner ist der Aufenthalt in nächster Nähe der gewaltigen Wärmeentwicklung nicht sehr angenehm. Dann ist die Führung eine schwierigere, besonders da viel größere Ballons als bei Gasfüllung nötig sind. Die Vorteile der Montgolfière, daß die Fahrt etwas weniger kostspielig und die Möglichkeit vorhanden ist, Ventilgebrauch und Ballastmitnahme zu vermeiden, kommen dagegen nicht so sehr in Betracht.

Von großer Wichtigkeit, aber auch nicht ohne einen bittern Beigeschmack, ist eine Zusammenstellung beider Ballontypen, die nach ihrem Erfinder, Pilâtre de Rozier, benannt ist. Bei der „Rozière" wird

die eigentliche Tragarbeit von einem Gasballon geleistet, während eine darunter angebrachte Montgolfière zum manövrieren dient. Auf diese Weise wollte Rozier größere Fahrtdauern ermöglichen. Es muß zugegeben werden, daß die Idee großartig ist, leider aber war der Erfolg gegen ihn. Im Juni 1785 stieg dieser ehrgeizige Mann, ohne auf die Warnungen seiner Freunde zu hören, in Calais auf, um den Kanal im andern Sinne wie Blanchard — von dem sofort ausführlicher die Rede sein soll — nämlich von Frankreich nach England zu überfliegen. Ihn begleitete ein junger Physiker, Romain. Plötzlich fiel der Ballon schnell herunter — einige Zuschauer wollen eine bläuliche Flamme über dem Ballon gesehen haben — und beide Insassen stürzten zu Tode. Die Ursache ist nie vollkommen aufgeklärt worden. Eine Zündung durch Blitz ist unwahrscheinlich und es ist zu vermuten, daß sich der Wasserstoff am Feuer der Montgolfière entzündet hat. Es waren die ersten Opfer des neuen Sports.

In der Folgezeit wird immer dringender die große Frage aufgeworfen: Wie muß man es anfangen, um auch gegen den Wind fahren zu können? Offenbar hängt die Lenkbarkeit von der Lösung dieser Aufgabe ab.

Der Ballon treibt so lange unlenkbar mit der herrschenden Luftströmung, bis man ihm eine eigene Bewegung erteilt, die dem Winde entgegen wirkt. Erst dann kann unter dem Zusammenwirken beider Kräfte eine Lenkbarkeit zu stande kommen. Das hatte man sehr bald erkannt; über die Arbeit jedoch,

die zur Bewegung des Aërostaten nötig war, täuschten sich die meisten Luftschiffer schon damals, ebenso wie es noch heute Menschen giebt, die lenkbare Ballons „erfinden", ohne über die in Frage stehenden Kräfte ein Urteil zu haben. — Alle die Versuche, mit Flügeln oder flügelähnlichen Einrichtungen zum Ziel zu kommen, versagten natürlich vollkommen. Aber sie alle bilden die Grundlagen, auf denen sich allmählig die Konstruktion lenkbarer Luftschiffe entwickeln muß.

Aus der ersten Zeit ragt der Name eines Mannes unter den kühnen Luftschiffern hervor, der am meisten solche Versuche anstellte, Blanchard. Von ihm ist bekannt, daß er schon vor Montgolfiers Auftreten sich damit beschäftigte, Flugmaschinen zu konstruieren; aber mit keinem andern Erfolg, als daß er sich den öffentlichen Spott zuzog. Nun benutzte er den Gasballon, um sich wenigstens in der Luft zu halten und seine Mißerfolge dem Publikum nicht allzu augenfällig zu machen. Mit diesem verband er seine Ruder und ein großes Steuer. So durchzog er die Welt und erwarb sich durch seine außerordentliche Gewandtheit — im Rühren der Reklametrommel ein bedeutendes Vermögen. Seine Erfolge — es wird berichtet, daß er den Ballon ganz nach Wunsch habe lenken können — beruhen auf einer geschickten Hintergehung der Zuschauer und werden am besten dadurch charakterisiert, daß er beim Überfliegen des Kanals von Dover aus (im Jahre 1785) zuerst seine Bewegungsvorrichtungen über Bord warf, als die Gefahr vorlag, daß der Ballon die Küste Frankreichs nicht erreichen würde. Er ist der erste von der großen Zahl

derjenigen Berufsluftschiffer, dank deren skrupellose Ausbeutung der menschlichen Schaulust zum Wohle ihres Geldbeutels einerseits und weiter durch deren Ruhmsucht das Ansehen der Luftschiffahrt bei allen Verständigen bis vor kurzer Zeit recht gering war. Dabei würde Blanchards Name einen recht guten Klang haben, wenn er nicht durchaus dem Publikum hätte vorspiegeln wollen, daß er sein Fahrzeug lenken könne; denn er war der erste, der den Kanal überflog und erhielt aus diesem Anlaß eine Gedenksäule an der Landungsstelle bei Calais; er durchfuhr oft größere Strecken, während bisher nur auf den Aufstieg Gewicht gelegt und daher eine Fahrt selten länger als 1 bis 2 Stunden ausgedehnt war.

Im Jahre 1788, am 27. September, produzierte er sich den Berlinern und stieg vom großen Exerzierplatz vor dem Brandenburger Thor auf, von einer Stelle, an der jetzt das Reichstagsgebäude steht. In der Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1889, wird darüber erzählt: „Mitten auf diesem Platze erhob sich ein Riesensaal, in welchem der Ballon war, ringsumher waren Plätze für 4000 Zuschauer abgegrenzt, ebenso war eine besondere Loge für den Hof vorhanden. Diese ganze Schaubühne war von ungeheuer großen Jagdnetzen umspannt, welche von einem großen Aufgebot von Soldaten Tag und Nacht bewacht wurden. Die Polizei hatte ganz besondere Vorsichtsmaßregeln getroffen. Die Zeit der Luftschiffahrt war auf 3 Uhr 40 Minuten nachmittags festgesetzt, aber schon von 12 Uhr an durften Wagen und Reiter nicht mehr durch das Brandenburger, sondern nur durch das Potsdamer

Thor passieren, „Jedermänniglich“ wurde ernstlich verwarnt, sich alles Zubringens bei der „härtesten Strafe“ zu enthalten. Schon um 2¼ Uhr erschien der König auf dem Platze, bald darauf die Königin, die Prinzen und der gesamte Hofstaat. Der König und sein Gefolge traten in den Saal, wo der Luftballon zur Fahrt bereit stand und ließen sich alle Einzelheiten des Mechanismus zeigen. Zur festgesetzten Stunde machte Blanchard mittels einer Maschine an der einen Seite des Saales eine Öffnung von 36 Fuß und der Ballon schwebte ins Freie, bejubelt von der vieltausendköpfigen Menschenmenge. Gleich darauf fuhr der Luftschiffer wohlgemut in die Lüfte empor. Als er sich etwa 3000 Fuß erhoben hatte, ließ er einen Fallschirm herunter, woran ein Korb mit zwei kleinen Hunden befestigt war. Dieser senkte sich langsam und kam, ohne daß die Hunde eine Beschädigung erlitten hatten, in der Gegend des Gesundbrunnens zur Erde. Nach dem eigenen Bericht Blanchards in der „Gazette littéraire de Berlin“ stieg er alsdann bis zu 5764 Fuß hoch und kam in der Gegend des Dorfes Buchholz wieder zur Erde. Unzählige Personen waren ihm dorthin nachgeeilt. Eine mit 6 Pferden bespannte königliche Chaise war auch bald zur Stelle und brachte den Luftschiffer in einem wahren Triumphzuge nach dem Nationaltheater, wo auf des Königs Befehl dicht neben der königlichen Loge eine solche für Blanchard reserviert worden war. Derselbe wurde bei seinem Erscheinen vom Publikum mit jubelndem Beifall begrüßt und erstattete später in den Logen des Königs und der Königin Bericht über den Ausgang seiner

Luftfahrt. Am 12. Oktober wurde dann im Garten der Freimaurerloge Royal York der Versuch mit dem Fallschirm wiederholt. Blanchard war der Held des Tages und er wurde nicht nur mit Ehren, sondern auch mit kostbaren Geschenken überhäuft. So erhielt er: Vom Könige eine goldene Tabatière mit einem Medaillon und mit Brillanten reich geziert, nebst 400 Dukaten; von der Königin eine reich mit Perlen besetzte Tabatière; von der Königin-Witwe eine goldene mit Brillanten besetzte Uhr; vom Kronprinzen eine Brillantnadel; vom Prinzen Ludwig zwei schwere silberne Armleuchter; von den Prinzessinnen Friederike und Wilhelmine zwei kostbare Uhren; von der Prinzessin Auguste einen Stock mit goldenem Knopf 2c. 2c.

Um ein Beispiel von dem Aufsehen zu geben, das in jener Zeit ein Ballonaufstieg machte, sowie auch zu zeigen, wie lohnend das Gewerbe damals war, ist diese eine Fahrt, die für uns Deutsche einiges Interesse hat, ausführlich geschildert.

Das Geschäft scheint recht einträglich gewesen zu sein, und es ist kein Wunder, wenn der neu erblühte Sport sehr schnell in die Hände spekulativer Köpfe überging, die sich nur sehr wenig mit Verbesserungen der Technik befaßten. Man könnte fast sagen, daß nach 50 Jahren die Luftschiffahrt noch auf demselben Punkte stand, wie ein Jahr nach ihrer Erfindung. Die Männer der Wissenschaft zogen sich zurück, als das Problem gelöst war, und überließen — wie es der damals bei ihnen üblichen Verachtung alles Praktischen entsprach — es andern, das Fehlende hinzu-

zufügen. Diese andern betrieben jedoch die Luftschiffahrt als Selbstzweck und das Gewerbe mußte sich bezahlt machen.

Als nun der Reiz der Neuheit nicht mehr genug auf die Menge wirkte, mußten neue Zugmittel erfonnen werden. Man engagierte Akrobaten und Seiltänzer, die während des Aufstieges am Ballon hängend ihre Künste zeigten und so dem Unternehmen noch einen gefährlicheren Anstrich gaben; einige dieser „Akrobatenluftschiffer" ließen sich in einem Sattel oder gar auf einem Pferde sitzend hochheben. Besondere Abwechslung bot es, wenn eine Frau sich produzierte.

Ferner kam der Fallschirm bei Ballonfahrten in Aufnahme. Als Vater dieser Idee wird Leonardo da Vinci genannt, doch machte unabhängig von ihm Sebastian Lenormand aus Montpellier zur Zeit der Erfindung der Ballons die erste praktische Anwendung in Europa — die Chinesen sollen sie ja schon länger gekannt haben —. Wie wir schon wissen, vertraute man ihm vorerst nur Tiere an. Doch Jaques Garnerin, ein Konkurrent und Nachfolger Blanchards, ließ sich 1797 nach einer Auffahrt von Paris aus selbst mit Hilfe eines Fallschirmes von fast 8 Meter Durchmesser hinunter. Um das starke Pendeln und damit ein Überschlagen zu verhindern, befindet sich in der Mitte ein Loch, aus dem die zusammengedrückte Luft abziehen kann. Der Abspringende fällt erst eine große Strecke frei durch die Luft, ehe sich der Stoff entfaltet. Die Folge davon ist, daß er eine Weile die Besinnung verliert und dann beim Ausbreiten des Schirmes einen plötzlichen Ruck

bekommt, den abzuschwächen, jeder eben seine eigenen kleinen Kunstkniffe hat. Diese Apparate haben also auch nur den Zweck, die Vorstellung halsbrecherischer erscheinen zu lassen; nur einmal soll ein Unglück dadurch verhütet sein. Bis heute haben sich ja diese Fallschirme noch erhalten. Ja, was viel wunderlicher ist, noch heute soll es hier und da vorkommen, daß Montgolfièren verwandt werden und zwar nur aus dem Grunde der Billigkeit. Das Einzige, was der Gewerbsluftschiffer seinem Publikum zeigen kann, ist die Abfahrt, das Übrige entzieht sich dem Auge der Zuschauer. Es liegt also dem Veranstalter gar nicht daran, ein möglichst gutes Material zu haben, da gute Ware auch teuer ist. Er hat nur Interesse daran, aufzufahren. Hiernach kann ja sogleich die Landung erfolgen. Eine Montgolfière, deren Luft über einem dazu hergerichteten Ofen erhitzt war, erfüllte vollkommen den Zweck. Und als es einmal der Feuergefährlichkeit halber verboten wurde, mit offenem Feuer unter dem Ballon aufzufahren, erhitzte man thatsächlich die Luft am Boden, fuhr ohne Feuer hoch und war nach 20 Minuten wieder unten. Aus der Eigentümlichkeit der Luftschiffahrt, daß nur ihr Anfang einem geladenen Publikum gezeigt werden kann, erklärt es sich, daß das Interesse der Öffentlichkeit nicht, wie bei andern Sports, den Eifer nach Vervollkommnung erweckte, sondern nur den Erfolg hatte, daß bessere Elemente sich so lange davon entfernt hielten.

Angenehm stechen von der Entwicklung, welche die Luftschiffahrt in Frankreich, England und Deutsch-

land während der ersten Jahre nach Montgolfiers und Charles' Auftreten nahm, einige italienische Versuche ab. Hier war der Ballon durch Andreani wesentlich verbessert worden, indem die Konstruktion des Netzes solider und die Anbringung der Glutpfanne bequemer eingerichtet wurde, sodaß die Insassen nicht — wie bei den ersten Montgolfièren — von der Hitze zu leiden hatten. Nach vielen Mißerfolgen trat dann Graf Zambeccari in den Vordergrund, der den Gedanken Pilâtre de Roziers wieder aufnahm: Durch Verbindung von Gas- und Heißluftballon den Gebrauch von Ballast und Ventil entbehrlich zu machen. Er verwandte zum Heizen Spiritusflammen, deren Zahl er beliebig vermehren und vermindern konnte. Ihn verfolgte das Unglück ebenso hartnäckig, wie dieser mutige und entschlossene Mann immer wieder sein Vorhaben durchzuführen versuchte. Zweimal trugen ihn Winde auf das Meer, wobei er nur nach vielen Qualen und unter Verlust seiner linken Hand, die ihm in großer Höhe erfror, gerettet wurde. Ein drittes Mal kam sein Ballon in Brand, er fiel herab und starb an den erlittenen Verletzungen, als Opfer des ihm feindlichen Geschickes. Zum zweitenmale und scheinbar für immer ging mit ihm eine gute Idee, die der Rozière, zu Grunde.

Bevor wir durch einen langen Gedankenstrich die Pause andeuten, die in den erwähnenswerten Ereignissen der Aëronautik zwischen 1805 und 1838 liegt, ist aus der ersten Blüteperiode, welche den Höhepunkt schon ein Jahr nach ihrem Beginn hatte, noch zu

erwähnen, daß mittlerweile das Kriegswesen und besonders die Wissenschaft sich der Luftschiffahrt bemächtigt hatten. Schon am 30. November 1784 wurde von einem amerikanischen Arzte Dr. Jeffries unter Blanchards Führung die erste, speziell zum Zweck wissenschaftlicher Beobachtungen geplante, Fahrt ausgeführt. Interessant ist besonders der Preis, den Jeffries dafür zahlen mußte: 100 Guineen (2100 Mark) hatte Blanchard verlangt und bekommen.

Als zweiten müßte man den belgischen „Physiker" Robertson nennen, wenn dessen Beobachtungen die Ehrenbezeichnung „wissenschaftlich" nicht abgesprochen werden müßte. Seine physikalischen Versuche (1803) ergaben falsche Resultate, und was er sonst noch beobachtet haben will, ist einfach haarsträubend: Das Blut sei ihm hervorgekommen und der Kopf so angeschwollen, daß ihm sein Hut nicht mehr gepaßt habe!

Den guten Erfolg hatten seine Veröffentlichungen aber, daß die französischen Gelehrten Gay-Lussac und Biot sich 1804 daran machten, seine Resultate zu prüfen. Ihre Beobachtungen, die bis über 7000 Meter hinaufreichen, sind die erste sichere Kunde über die meteorologischen Vorgänge in der Höhe. Alle andern Versuche aus dieser Zeit sind von geringer Wichtigkeit.

Das Wiederaufblühen der Aëronautik nach etwa 33jährigem Darniederlegen verdankt man wieder der Wissenschaft, und zwar zeichnen sich die ersten Jahrzehnte besonders durch ein erfolgreiches Zusammenwirken zwischen Technik und Wissenschaft aus, zwi-

schen Berufsluftschiffern und Gelehrten. Der englische Astronom Edward Spencer Rush fuhr mit dem Luftschiffer Green, der sich dadurch verdient gemacht hat, daß er das billigere Leuchtgas anstatt des Wasserstoffes einführte. Derselbe Green half später auch dem Direktor der Kew-Observatoriums, John Welsh, bei seinen wissenschaftlichen Ballonbeobachtungen, die zusammen mit denen James Glaishers als erste längere und gründliche verarbeitete Reihe bis in die neueste Zeit grundlegende Bedeutung gehabt haben. Glaisher unternahm mit dem Berufsluftschiffer Coxwell 28 Fahrten (von 1862—1866), deren eine 8 Kilometer Höhe überschritt. Sie sind ohne Sauerstoffatmung und auch sonst mit beispielloser Kühnheit ausgeführt, so daß man nicht weiß, ob man mehr die wissenschaftliche Methode, mit der — bei dem damaligen Stande der Physik und der Meteorologie — die Beobachtungen ins Werk gesetzt, oder die rein luftschifferischen Leistungen bewundern soll. Glaisher hat sich durch diese Fahrten den Namen eines Vaters der wissenschaftlichen Luftschiffahrt erworben, der ihm bleibt, obgleich seine Resultate im Laufe der Zeit von den deutschen Gelehrten überholt sind.

Die Engländer standen aber mit ihren Erfolgen nicht lange allein. Auch in Frankreich erinnerte man sich im Jahre 1850 wieder an früheren Ruhm, und auf Anregung von Arago, Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften, unternahmen die Physiker Barral und Bixio mit dem berühmten Aeronauten Eugen Godard wissenschaftliche Ballonfahrten.

Später erweckte Glaishers Ruhm auf der andern Seite des Kanals eine emsige Thätigkeit. Namen wie Flammarion, Wilfrid de Fonvielle und der Gebrüder Tissandier sind hier zu nennen, die aber leider ihr Vorbild nicht übertrafen. Am 15. April 1875 endigte eine Hochfahrt Gaston Tissandiers, gemeinsam mit dem Luftschiffer Sivel und einem jungen Gelehrten Crocé-Spinelli mit einer tragischen Katastrophe. Trotz der Mitnahme von Sauerstoff wurden in 7500 Meter alle ohnmächtig und als Tissandier erwachte, fand er seine Gefährten tot unter ihren Decken liegend.

Die neuerwachte wissenschaftliche Thätigkeit mußte naturgemäß mit einem Aufblühen des Gewerbes Hand in Hand gehen. Erstens ist es zur Anstellung von Beobachtungen Vorbedingung, daß eine gewisse Sicherheit im Fahren vorhanden ist, besonders aber bilden die mit solchen auf Staatskosten unternommenen Fahrten verknüpften Versuche technischer Art schätzenswerte Anregungen für den Praktiker. Man hat in dieser Zeit streng zu unterscheiden zwischen den schon in den vorhergehenden Blättern gekennzeichneten Reklameluftschiffern und den auf einer achtunggebietenden Höhe stehenden Männer, wie Green und Coxwell in England; Godard, Henri Giffard und Yon in Frankreich, die aus dem Gewerbe eine Industrie gemacht haben. Besonders Giffards Verdienst um die Einführung der ballons captifs (Fesselballons) erheischt anerkennende Hervorhebung.

Im Lande, dem man die Erfindung der Ballons verdankt, wurde in der Mitte des vorigen Jahr-

hunderts der Sport — dank der emsigen Thätigkeit Nadars — sehr populär, ja man gründete schon eine Société aérostatique et météorologique de France, die auch eine Zeitschrift, l'Aéronaute, herausgab. In Deutschland ahnte damals noch niemand, daß die einstmals auch hier mit so großem Enthusiasmus begrüßte Luftschiffahrt, die sich aber bisher als wenig entwicklungsfähig erwiesen hatte, noch einmal eine Bedeutung gewinnen konnte.

So standen die Dinge, als der Krieg 1870 bis 1871 diese beiden Völker in schwerem Kampfe gegeneinander führte. Dabei zeigte sich — was den Leser nicht sehr überraschen wird —, daß die Franzosen sich ihrer Ballons besonders bei der Belagerung von Paris mit großem Erfolge bedienten, während die Deutschen trotz einiger Anstrengungen doch nicht so schnell die Unterlassungssünde vieler Jahre wieder gut machen konnten. Die guten Erfolge auf französischer Seite führten zur Gründung einer Militärluftschifferschule in Meudon, von deren Wirken besonders unter den Hauptleuten Renard und Krebs in dem Kapitel über lenkbare Luftschiffahrt noch die Rede sein wird.

In der zweiten Hälfte der siebziger Jahre beginnt ganz allmählich Deutschland sich auf eine Mitwirkung in der Aëronautik vorzubereiten. Man kann eigentlich nicht sagen, daß es eine Folge der 1870 gemachten schlimmen Erfahrungen gewesen ist; denn die leitenden militärischen Kreise waren sich über die Bedeutung der Luftschiffahrt für das Heereswesen noch nicht einig geworden und verhielten sich zuerst ablehnend, und die gleich zu nennenden Daten erfolgen erst

10 Jahre nach Beendigung des Krieges. Aber beigetragen hat der Krieg jedenfalls dazu.

Es sind zunächst zwei Berufsluftschiffer zu nennen, Opitz und Securius, die nach langer Unterbrechung als die ersten Deutschen wieder von sich reden machten. Aber auch sie waren noch auf den Erwerb durch öffentliche Schaustellungen angewiesen und ein wirklicher Aufschwung trat erst ein, als sich in Berlin eine Reihe von hochgebildeten Männern, die über Ansehen, Einfluß und Vermögen verfügten, zusammentraten, um aus patriotischen Gründen die Luftschiffahrt in jeglicher Gestalt zu fördern. Die Anregung gab der Schriftsteller Dr. W. Angerstein, unter dessen Vorsitz dann im Jahre 1881 der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin" gegründet wurde. Fast gleichzeitig, nämlich Ende 1880 bildete sich im Österreichischen Ingenieurverein zu Wien eine flugtechnische Gruppe. Und auch in St. Petersburg konstituierte sich in der Kaiserl. Russ. Technischen Gesellschaft eine Sektion für Aëronautik und Meteorologie.

Der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt", oder, wie er seit 1900 heißt, der „Deutsche Verein für Luftschiffahrt" machte von den genannten drei Gründungen, welche die Beteiligung der Gebildeten dreier großer Staaten an den aëronautischen Ereignissen anbahnen, die interessanteste und fortschrittreichste Entwickelung durch. Durch die zur Zeit seiner Gründung im Gange befindlichen Versuche Baumgartens und Dr. Wölferts, den Aërostaten lenkbar zu machen, sowie infolge der damals so viele Köpfe beschäftigenden

Idee der Flugmaschinen richtete sich das Augenmerk seiner Mitglieder zuerst fast einseitig auf die genannten Probleme und zeitigte eine Reihe gelungener Versuche und grundlegender theoretischer Abhandlungen. Besonders trug seine „Zeitschrift für Luftschiffahrt", die bis 1900 bestand, wesentlich bei zur Klärung des Verständnisses weit über die Grenzen des Vereins hinaus.

Dieser hat im Laufe der Jahre eine große Wandlung durchgemacht. Es hatten Mitglieder einigen Einfluß, die mehr mit Hilfe ihrer Phantasie, als durch systematische Arbeit die gesetzten Ziele erreichen wollten, und es ist von außerordentlicher Wichtigkeit, daß der Verein durch seine Agitation zur Einführung der Luftschiffahrt in das Heereswesen die Aufmerksamkeit militärischer Interessenten auf sich zog, und durch den Beitritt einer Anzahl hochbefähigter Offiziere die vernünftig denkende Partei das Übergewicht bekam.

Im Jahre 1884 geschah dann der erste Schritt, den bisherigen Bemühungen eine staatliche Würdigung und die Sicherheit zukommen zu lassen, daß die Erfolge dauernde seien: Die Errichtung einer Versuchsstation für Ballon-Captifs durch das Kriegsministerium. Aus kleinen Anfängen, zu denen der schon erwähnte Luftschiffer Opitz herangezogen wurde, entstand 1886 die Luftschifferabteilung, die 1901 zum Luftschiffer-Bataillon vergrößert wurde. Die Truppe hat sich mit einer eisernen Sicherheit aus sich selbst heraus zu der enormen Höhe entwickelt, auf der sie jetzt steht. Die dazu kommandierten Offiziere

arbeiten sich mit einer Pflichttreue in die ihnen zunächst fernliegende Materie ein, die eben den deutschen Soldaten ziert. Aber nicht genug damit: Es werden stets solche auserwählt, deren Veranlagung für naturwissenschaftliche und Konstruktionsprobleme sie besonders zum Luftschiffer befähigt. Und da ist ganz rückhaltlos anzuerkennen, daß die Offiziere der Luftschiffertruppe sich durch eine glückliche Vereinigung von militärischem Schneid des Soldaten, wissenschaftlichen Kenntnissen des Gelehrten und dem Konstruktions-Talente des Ingenieurs durchweg auszeichnen. Sämtliche „Stammoffiziere", sowie die alljährlich zur Luftschifferschule kommandierten, sind Mitglieder des Deutschen Vereins für Luftschiffahrt und bilden einen eisernen Fond, ohne den er nicht die jetzige Bedeutung haben würde.

Schon in den ersten Jahren seines Bestehens tritt uns ein Name entgegen, der zu den hellklingendsten der modernen Luftschiffahrt gehört, des jetzigen Majors Moedebeck. Ihm hauptsächlich ist es zu verdanken, daß die naturwissenschaftlichen, speziell meteorologischen Messungen in das Programm des Vereins aufgenommen wurden. Durch eifriges Studium der fachmännischen Literatur hatte er die Überzeugung gewonnen, daß die Aëronautik der Unterstützung der Wissenschaft bedürfe. Schon in seinem 1886 erschienenen „Handbuche der Luftschiffahrt", zu einer Zeit, wo an die meteorologische Ära des Vereins noch niemand dachte, spricht er mit aller Deutlichkeit aus, daß ein guter Luftschiffer in erster Linie ein guter Meteorologe sein müsse. Das genannte Werk, das auch zu

dem vorliegenden oft — nicht zum wenigsten seiner vollständigen Quellenangabe halber — benutzt wurde, ist das wichtigste aller deutsch geschriebenen Abhandlungen über Aëronautik, obgleich es leider noch nicht bis auf deren gegenwärtigen Stand durchgeführt ist, und bildet zusammen mit dem ebenfalls von Major Moedebeck zusammengestellten „Taschenbuche für Flugtechniker und Luftschiffer" einen wichtigen Bestandteil jeder aëronautischen Bibliothek.

Das Jahr 1887 führte dem Verein zwei Mitglieder zu, die sich einesteils als Offiziere, in erster Linie aber als Forscher, Organisatoren und Konstrukteure der Luftschiffahrt unsterbliche Verdienste erworben haben: den jetzigen Hauptmann H. Groß und den damaligen Ingenieur Hans Bartsch von Sigsfeld. Es wird im weiteren Verlauf dieser Abhandlung so viel von beiden zu berichten sein, daß es sich erübrigt, an dieser Stelle näher auf ihre Bedeutung einzugehen. Von letzterem ist hinzuzufügen, daß er in seiner großen Opferwilligkeit eigene Ballons für wissenschaftliche Beobachtungen zur Verfügung stellte, in seiner Genialität und Universalität selbst Versuche der verschiedensten Art ausgeführt hat. Seine Schüler legen überall Zeugnis davon ab, daß er in jeder Art Meister der aëronautischen Technik war, wenngleich darüber leider Veröffentlichungen von seiner Hand nur sehr selten sind. In seiner liebenswürdigen Bescheidenheit wirkte er im Stillen überall, wo er sich auch aufhielt, belebend und durch sein Vorbild zur Nacheiferung anfeuernd. Seine wissenschaftliche Größe ließ auch seinen Eifer, Resultate von rein theoretischem





Fig. 2. Ein Ballon des Deutschen Vereins für Luftschiffahrt im Moment der Abfahrt.

Werte zu finden, fortbestehen, als er im Jahre 1894 als aktiver Offizier in die Luftschifferabteilung zu Berlin eintrat. Stets war er bereit, seinen Rat und seine Unterstützung neuen Forschungen angedeihen zu lassen, und in diesem seinem edlen, selbstlosen Streben opferte er nicht nur sein Vermögen und seine ganze Kraft, sondern sogar sein Leben. — Am 1. Februar 1902 wurde er bei einer Landung in der Nähe von Antwerpen, die nach $5^1/_2$ stündiger Fahrt von Berlin aus bei schwerem Sturme erfolgte, so unglücklich aus dem Korbe geschleudert, daß die Verletzungen seinen sofortigen Tod zur Folge hatten. Von uns, seinen Schülern, wird er stets als das Ideal eines Luftschiffers gefeiert werden, als Vorbild im Leben wie im — Sterben! —

Im Jahre 1887 beginnt eine neue Epoche des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. Man hatte allgemein erkannt, für eine Weiterentwicklung der Aëronautik sei es absolut notwendig, daß die meteorologischen Vorgänge in der Luft einer genaueren Durchforschung unterzogen würden, und hierin begegneten sich die praktischen Aëronauten mit den Physikern und Meteorologen, die auf Grund theoretischer Erwägungen an der Richtigkeit der Glaisherschen Resultate zweifeln mußten. Seit diesen englischen Fahrten haben systematische wissenschaftliche Ballonbeobachtungen nicht mehr stattgefunden. Man hatte allerdings hier und da ein Thermometer mitgenommen, aber es waren berechtigte Zweifel daran aufgetaucht, daß dieses die wahre Lufttemperatur angäbe. Die Einführung eines einwandfreien In-

strumentes zur Temperaturmessung konnte erst eine wissenschaftliche Luftschiffahrt möglich machen. Und so muß derjenige als ihr Schöpfer angesehen werden, der durch sein Aspirationspsychrometer diese Schwierigkeiten überwand, sowie durch seine Anregung und beispiellose Energie eine Thätigkeit organisierte, die ihm stets die rückhaltlose Anerkennung aller Fachleute zusichert. Professor R. Assmann, der jetzige Vorsteher des aëronautischen Observatoriums des Kgl. Preuß. Meteorologischen Institutes, kann den Ruhm für sich in Anspruch nehmen, sich ein solches Verdienst um die ganze Luftschiffahrt erworben zu haben. Denn was die allgemeine Erkundung der Weltmeere für die Schiffahrt bedeutet, das ist die Durchforschung des Luftozeans für die Aëronautik.

Aber zu einem solchen gewaltigen Unternehmen gehörten größere Mittel, als der Verein zur Verfügung hatte und als durch die Opferwilligkeit der einzelnen Mitglieder gewährt werden konnten. Da war es Seine Majestät der Deutsche Kaiser, der auf ein Immediatgesuch hin, das die Unterstützung der Akademie der Wissenschaften fand, einmal 50000 Mark und später noch weitere Summen aus seinem Dispositionsfonds anwies und auch durch seine Anwesenheit bei verschiedenen Abfahrten sein Interesse bekundete. So wurde denn das große Werk ermöglicht und in langer, angestrengter Arbeit das kostbarste Material gesammelt. 69 Auffahrten wurden von 1893 bis Anfang 1899 ausgeführt und die Resultate in dem dreibändigen Berichtswerke: Wissenschaftliche Luftfahrten von R. Assmann und A. Berson

niedergelegt, das noch auf Jahrzehnte hinaus eine Fundgrube für wissenschaftliche Arbeiten sein wird.

Unter den Beobachtern bei diesem Unternehmen zeichnen sich außer den schon Genannten besonders zwei Meteorologen aus: A. Berson und Dr. R. Süring. Beide haben wegen ihrer Tüchtigkeit in Theorie und Praxis der wissenschaftlichen Luftschiffahrt einen großen Ruf als Gelehrte, wie als Luftschiffer. Beide hatten den persönlichen Mut, in Solofahrten die höchsten Schichten zu erforschen. Und was das heißen will, bei den schlimmsten Symptomen der Höhenkrankheit und dem Bewußtsein, bei eintretender Ohnmacht verloren zu sein, dennoch immer einen Ballastsack nach dem andern abzuschneiden, kann nur der erkennen, der selbst diesen eigenartigen Zustand — wenn auch in geringerem Maße — kennen gelernt hat. Die beiden genannten Meteorologen, deren Namen manche gemeinsame Fahrt unlöslich miteinander verknüpft, sind noch heute die erfahrensten der ausübenden wissenschaftlichen Luftschiffer.

Es würde über den Rahmen einer kurzen Übersicht hinausgehen, wenn noch alle die andern an dieser berühmten Fahrtenreihe beteiligten, hochverdienten Männer angeführt werden sollten, die mit dazu beigetragen haben, daß heute Deutschland unstreitig in der wissenschaftlichen Aëronautik an erster Stelle steht.

Doch nicht allein die Berliner Fahrten begründeten den heutigen Ruhm. Die durch sie überall angeregten Bemühungen trugen viel dazu bei, ihn zu befestigen und auf das ganze Reich auszudehnen. Durch v. Sigsfeld wurde in München das schon vorhandene

Interesse in Thaten umgesetzt. 1889 trat dort eine stattliche Anzahl Freunde der Luftschiffahrt zusammen, unter denen sich mehrere Angehörige des bayrischen Herrscherhauses befanden, als „Münchener Verein für Luftschiffahrt". Schon im folgenden Jahre trat eine bayrische Luftschifferabteilung ihm zur Seite und seitdem haben beide alle Zweige der Aëronautik mit anerkennenswertem Eifer gepflegt und eine große Anzahl Fahrten mit eigenen Ballons veranstaltet.

Erst im Jahre 1896 hat sich ein dritter Verein zugesellt: Der „Oberrheinische Verein für Luftschiffahrt", der seinen Sitz in Straßburg hat und seine Gründung Major Moedebeck und Professor Dr. Hergesell verdankt. Der erstere übernahm schon im folgenden Jahre die Herausgabe einer Zeitschrift des neuen Vereins, der „Illustrierten aëronautischen Mitteilungen", die jetzt das offizielle Organ sämtlicher deutscher Luftschiffervereine (einschließlich des Wiener „Flugtechnischen Vereins") geworden ist. Sie zählt jetzt schon die meisten Abonnenten aller überhaupt bestehenden Fachblätter und beweist dadurch ebenfalls die Stellung Deutschlands in der aëronautischen Welt. Der Oberrheinische Verein, welcher durch den meteorologischen Landesdienst von Elsaß-Lothringen seine sportliche Unterstützung erhält, hat eigene Ballons und veranstaltet wissenschaftliche und sonstige Auffahrten.

Auch in Augsburg, wohl durch die dortige Ballonfirma A. Riedinger veranlaßt, besteht seit 1901 ein Verein für Luftschiffahrt, ebenfalls und schon seit längerer Zeit in Chemnitz.

Nun ist es aber nach langem Verweilen bei Deutschlands aëronautischem Aufblühen an der Zeit, die gegenwärtige Stellung der anderen Staaten zur Luftschifferfrage zu erörtern. Unsere Bundesgenossen Österreich und Italien halten auch in dieser Beziehung mit uns enge Fühlung. Die schon erwähnte Bildung des Ingenieur-Vereins in Wien führte 1887 zur Gründung des „Flugtechnischen Vereins", der auch jetzt noch dominiert, nachdem ihm 1899 der „Aëroklub", eine Gründung des in allen Sports wohlbekannten Redakteurs **Viktor Silberer**, zur Seite trat. V. Silberer begann 1882 mit eigenen Ballons aufzufahren, wobei er für entsprechende Entschädigungen Interessenten mitnahm. Er hat stets auf die praktische Ausübung der Aëronautik hingearbeitet und dieser Zweck lag auch der Abzweigung des Aëroklubs ursprünglich zu Grunde. Wenngleich die Militärluftschiffahrt in Österreich erst spät (1890, etatsmäßig erst 1893) eingeführt wurde, so fand sie doch, besonders in ihrem Kommandeur, dem Hauptmann **Hinterstoißer**, so treffliche Vertreter, daß sich diese Versäumnis sehr bald ausgleichen wird. In wissenschaftlicher Hinsicht ist schon manches Gute von Wien gekommen und bei dem bekannten Sportssinn der Österreicher wird die Aëronautik dort sehr schnell populär werden.

Die Beteiligung der meisten Staaten Europas an den aëronautischen Begebenheiten besteht — einzelne Versuche ausgenommen — in der Errichtung von Militär-Luftschifferabteilungen.

Besondere Erwähnung verdienen noch Rußland, England, Schweden, vor allen Dingen aber Frankreich.

In Rußland war es der General M. A. Rykatschew, ein Augenzeuge von Glaishers Expeditionen, der die wissenschaftliche Erforschung des Luftmeeres in Angriff nahm. Von den Beteiligten verdienen die Obersten Pomortzeff und Kowanko eine ganz besondere Hervorhebung.

England zeigte schon 1870 durch die Gründung der „Aëronautical Society of Great Britain" sein Interesse an der Aëronautik; seine Luftschiffertruppen haben am meisten von allen Gelegenheit gehabt, sich praktisch zu bethätigen. Und wenn auch die Lage Großbritanniens nicht so sehr zu sportlicher Bethätigung anlockt, weil längere Fahrten wegen der Nähe der Küste nie ohne Lebensgefahr unternommen werden können, so haben sich — abgesehen von vielen Versuchen der Flugtechnik — einige Männer große Achtung in Luftschifferkreisen des Kontinents erworben. Außer dem Meteorologen Bruce möchte ich besonders Patrick Y. Alexander aus Bath nennen, der die Berliner Arbeiten nicht nur mit seinem Interesse, sondern auch mit der That unterstützt hat, indem er seine Ballons zur Verfügung stellte. Noch jetzt schickt Mr. Alexander auf eigene Kosten Ballons hoch, um wissenschaftliche Beobachtungen anzustellen.

In Schweden war es der durch seine Polarfahrt zu so trauriger Berühmtheit gelangte Ingenieur S. A. Andrée, der von 1893 bis 1895 als erster Nichtdeutscher das Aspirationspsychrometer bei Ballonfahrten anwandte.

Einen interessanten Standpunkt hat Frankreich in den letzten Jahrzehnten eingenommen. Es war nach

dem Kriege 1870/71 offenbar das einzige Land, in dem die Luftschiffahrt auf einer nennenswerten Höhe stand: Zahlreiche angesehene Gewerbsluftschiffer spielten eine wichtige Rolle — ganz abgesehen von den hier und dort auftretenden „Konzertluftschiffern" —; leistungsfähige Firmen lieferten für geringen Preis gute Ballons mit Zubehör; in Meudon bestand eine Militär-Luftschifferschule, an der die berühmten Gebrüder Renard und Hauptmann Krebs wirkten; die Pläne, den Aërostaten lenkbar zu machen, nahmen greifbare Gestalt an, besonders Dupuy de Lôme trat 1872 mit seinem Projekte an die Öffentlichkeit, während an vielen andern Stellen Versuche im Gange waren. So konnten also die Franzosen mit Recht auf andere Nationen herabsehen.

Wie wurde das nun in den 80er Jahren? — Während sie in langwierigen, meist nutzlosen Bemühungen, das Lenkbarkeitsproblem zu lösen, ihre Kraft vergeudeten, ebneten die gründlicheren Deutschen dieser Zukunftsidee die Wege durch eine großartige, systematische Durchforschung des bisher wenig bekannten Mediums. Studien deutscher und österreichischer Ingenieure und Physiker schufen theoretische Grundlagen, während bisher immer von dem Gedanken ausgegangen wurde, ein Luftschiff könnte erfunden werden. Niemals kann ein einziger guter Gedanke den Erfolg bringen. An der Hand geeigneter Experimente muß immer auf den Fortschritten der Vordermänner aufbauend das lenkbare Luftschiff berechnet werden. —

Als es nun gar den Meudoner Offizieren gelungen war, 1884 ein brauchbares Luftschiff mit

nennenswerter Eigenbewegung — La France — zu bauen, da gefiel sich die französische Presse in bekannter Selbstüberhebung und zog unter Mitwirkung der Revancheideen spottend über Deutschland her. Man hielt es unter seiner Würde sich über deutsche Fortschritte zu erkundigen und auf dem Titelblatt des „L'Aéronaute" stand: „On ne sert pas des abonnements en Allemagne". Während ferner auf Professor Assmanns Verwendung im Jahre 1893 einige simultane Fahrten mit Schweden und Rußland zustande kamen, wollte mit Frankreich, wo Gaston Tissandier zuerst den Gedanken gleichzeitiger internationaler Ballonfahrten ausgesprochen hatte, ein Einvernehmen aus verschiedenen Gründen nicht glücken. Erst im Jahre 1896 gelang es bei Gelegenheit einer Konferenz von Direktoren meteorologischer Institute in Paris eine volle Einigung zu erzielen, die in der Gründung einer Internationalen aëronautischen Kommission zum Ausdruck kam. Dieser Kommission gehören als Mitglieder jetzt Gelehrte und Luftschiffer aller größeren Kulturstaaten an, die es sich zum Zweck gesetzt haben, durch gleichzeitige Aufstiege die bisherigen wissenschaftlichen Errungenschaften zu vervollständigen und zwischen allen Luftschiffern eine Fühlung auf wissenschaftlicher Grundlage zu schaffen, die anregend und befruchtend für jede Art der aëronautischen Thätigkeit ist. Zum Präsidenten dieser Institution wählte man Professor Hergesell in Straßburg. Damit war auch von Frankreich das Uebergewicht Deutschlands in der wissenschaftlichen Aëronautik anerkannt.

In einem jedoch steht Frankreich allen andern

Staaten weit voran: in der Ausbildung der Luftschiffahrt als Sport. Als Ende der achtziger Jahre in Frankreich erkannt wurde, das die Aëronautik in ihrem eigentlichen Mutterlande stark zurückging, wurden Ballonwettfahrten ausgeschrieben, die einen neuen Impuls geben sollten und auch gegeben haben. Zuerst beteiligten sich zwar nur die Gewerbeluftschiffer an ihnen, jetzt aber finden sich in Frankreich immer mehr Sportsmänner der besten Gesellschaftskreise, die sich in der fachgemäßen Führung des Freiballons üben. Die Vermehrung der französischen Vereine und Fachzeitungen ist hierfür der beste Beweis. Es gibt den L'Aéroclub (Zeitschrift: Aérophil), ferner L'Aéronautique-Club (L'Aéronautique).

In den folgenden Kapiteln hoffe ich zeigen zu können, daß die Luftschiffahrt fähig ist, als exklusivster und feinster Sport von wohlhabenden und sportlich interessierten Männern betrieben zu werden. Hierzu das Vorbild gegeben zu haben, werden sich die Franzosen wieder rühmen können. Hoffentlich beweist sich das deutsche Naturell — wie gewöhnlich — darin, daß es die von andern angeregte Sache mit der bewährten deutschen Gründlichkeit zur Vollkommenheit führt. Bisher ist zwar wenig Aussicht dazu vorhanden. Während in Frankreich der Ballonsport vom Adel aufgegriffen ist und Männer wie Graf de la Vaulx die sportlich interessantesten Aufgaben, wie Dauerfahrt und Überwasserfahrt, in bisher bester Weise gelöst haben, halten sich in Deutschland die kapitalfähigen Sportskreise noch

sehr zurück. Der Berliner Verein bietet seinen Mitgliedern zwar die Möglichkeit, gegen Bezahlung der Auslagen Aufstiege zu unternehmen — ähnliche Bedingungen haben auch andere Vereine —, aber das werden meist nur Spazierfahrten, die ein ausgebildeter Führer mit mehreren Neulingen macht. Sportliche Aufgaben werden dabei nur selten gestellt. Major Moedebeck und andere haben wiederholt dazu aufgefordert, und es sind auch schon Erfolge zu verzeichnen: Man hat Wettfahrten zwischen Automobil und Luftballon unternommen; die Berliner Luftschiffer machen einen Sport daraus, das Stettiner Haff zu überfliegen und auf den schmalen Inseln Usedom und Wollin zu landen. So bieten sich bei mancher Fahrt sportlich interessante Aufgaben schon von selbst. Dennoch ist es erst ein Zukunftsgedanke in Deutschland, den Ballonsport auszubilden.

Einen Versuch, diese hohe Aufgabe ihrem Ziele näher zu führen, bildet das vorliegende Werk.

Zweites Kapitel.

Technik der Luftschiffahrt.

A. Allgemeines.

Beim Segeln, Rudern, Eislauf, ja auch beim Radsport werden, wenn man es genau nimmt, fortwährend die schwierigsten physikalischen Gesetze angewandt; denn es kommt darauf an, beim Fortbewegen in luftförmigen und flüssigen Medien eine möglichste Geschwindigkeit zu erzielen dadurch, daß man alle Naturkräfte sich dienstbar zu machen oder — wenn sie hinderlich sind — zu vermeiden sucht, ohne dabei aus der labilen Gleichgewichtslage zu kommen. Aber in allen Fragen des Gleichgewichts bei horizontaler Bewegung spielt das Gefühl eine große Rolle. Nicht verstandesmäßig erwägt man, ob nicht der Schwerpunkt am unrechten Platze sei, oder dahin zu kommen drohe, sondern der Segler und Ruderer empfindet, daß sich das Fahrzeug zuviel zur Seite neige, ebenso der Radfahrer auf seinem Rade, und ganz mechanisch treffen sie geeignete Maßregeln, um eine Katastrophe zu verhindern. Und auch der Schlitt-

schuhläufer hat es im Gefühl, wenn die Neigung seines Körpers nicht mehr der Schnelligkeit entspricht. Dieses richtige Gefühl für das Gleichgewicht bei den genannten sportmäßigen Fortbewegungen kann durch häufige Übung allmählich erworben werden und, da alle dem Gehen und Laufen, das der Mensch von Kindesbeinen an treibt, sehr nahe verwandt sind, so bekommt man diese nötige Übung verhältnismäßig schnell. Dann kann aber von einer verstandesmäßigen Anwendung der Physik nicht mehr die Rede sein. Das Gefühl ersetzt die Überlegung. Rudern, Segeln und alle ähnlichen Sports gehen also mehr oder weniger ins Gefühl über, besonders da ein tüchtiger Sportsmann dieser Art unzählig oft selbst thätig gewesen sein muß.

Ganz anders ist dieses alles im nicht lenkbaren Freiballon, von dem hier vorläufig allein die Rede sein soll. Abgesehen davon, daß wegen der großen Kosten einer Fahrt niemand so viel ballonfahren kann, daß er es gefühlsmäßig zu betreiben vermöchte, kann man sich nur wenige Funktionen eines Ballonführers vorstellen, bei denen eine schematische Behandlung möglich wäre und die eines bestimmten Entschlusses und einer besonderen Verstandes- und Willensthätigkeit entraten könnten. Es kommt noch erschwerend in Betracht, daß die Bewegung nicht nur in horizontaler Richtung vor sich geht, sondern das Charakteristische gerade das Erheben über den Erdboden, also die vertikale Bewegung ist. Bei anderen sportlichen Fortbewegungen braucht man nur seine Aufmerksamkeit auf Fallen nach links oder rechts zu richten; hier kommt noch die dritte Dimension, die Höhe, hinzu.

Ferner hat man nicht nur auf die Bewegung zu achten, sondern noch auf vieles andere, auf Orientierung, auf meteorologische Vorkommnisse, auf den Zustand des Ballons, auf wissenschaftliche Messungen, bei Hochfahrten auch auf seinen Gesundheitszustand und noch weit mehr. Das alles erfordert fortwährendes angestrengtes Beobachten, besonders aber einen physikalisch und meteorologisch gebildeten Beobachter, der alle Teile dieser beiden Wissenschaften einigermaßen beherrscht.

Daß der Luftschiffer mit der Physik der Atmosphäre, wie man die Meteorologie jetzt bezeichnen kann, vertraut sein muß, ist wohl selbstverständlich. Er muß vor der Fahrt an der Hand der Wetterkarten und eigner Beobachtungen einen Schluß auf das zu erwartende Wetter, jedenfalls auf die Windrichtung, die ja auch seine Fahrtrichtung ist, ziehen können; er muß imstande sein, sofort die meteorologischen Verhältnisse, die er in höheren Schichten findet, mit denen auf der Erde in Verbindung zu bringen. Endlich ist es nötig, daß er die Luftströmungen und Luftschichtungen erkennen, ihre Richtung, Geschwindigkeit und Mächtigkeit, ihre Dichteänderungen und Feuchtigkeitsverhältnisse in Betracht ziehen kann. Daraus kann man nicht nur für die günstige Führung des Ballons — sei es, daß Hochfahrt oder Weitfahrt beabsichtigt wird — manchen Anhalt gewinnen, sondern auch voraus bestimmen, ob Wolken kommen werden oder sogar Gewitter, ob die Windrichtung und seine Geschwindigkeit sich ändern wird. Das Letzte ist bei Nachtfahrten und Fahrten in Wolken wichtig, weil man sonst

unvermutet über die Küsten hinausgetrieben werden kann. Kurz der Luftschiffer muß es verstehen, sich aller Eigenschaften der Atmosphäre zu seinem Vorteil zu bedienen.

Besonders bei außergewöhnlichen Vorkommnissen kann man die Richtigkeit dieser Forderungen einsehen. Eine ganze Reihe von Regeln über die immer wiederkehrenden normalen Verhältnisse läßt sich ja dem Gedächtnisse einprägen und geht auch bei häufiger Anwendung in Fleisch und Blut über, wie es bei anderen Sports der Fall ist. Aber gerade bei den außergewöhnlichen nicht den Kopf zu verlieren, sondern schnell die richtige Erklärung und ein anwendbares physikalisches Gesetz bei der Hand zu haben und sich bei den beschränkten Mitteln im Ballon doch helfen zu können, das ist eine unerläßliche Forderung, die man an einen vollendeten Ballonführer stellen muß. Er darf nicht schematisch und mechanisch operieren, stets muß er den meteorologischen Verhältnissen und dem Zustand des Ballons Rechnung tragen. Wenn er mehrmals mit dem gleichen Ballon gefahren ist, muß er sich streng davor hüten, dieselbe Art der Führung auch auf solche von anderen Dimensionen und anderen Gasverhältnissen zu übertragen. Es giebt geniale Luftschiffer, die noch weiter gehen und den Landungsplatz je nach Land und Leuten, sowie Eisenbahnlinien und der Abfahrtszeit des nächsten Zuges aussuchen, die dazu durch geschicktes Manövrieren in verschieden gerichteten Luftschichten, die es häufig giebt, auf die Fahrtrichtung des Ballons in einem allerdings nur kleinen Grade einwirken. Aber solche

stehen eben noch vereinzelt da. Erst eine größere Popularität der Luftschiffahrt kann die Zahl dieser Ideal-luftschiffer vermehren.

Mancher Leser wird denken: Ein Luftballon steigt ja von selbst auf und wird vom Winde mitgetrieben; lenken könne ein Mensch doch nicht, also müsse er einfach ruhig sitzen und abwarten, wohin er getrieben wird. Nur beim Landen sei Schnelligkeit im Entschluß und Körpergewandtheit erforderlich. — Ja, das ist gerade die Ansicht des weiteren Publikums, die hoffentlich beim Lesen der näheren Schilderungen einer andern Überzeugung Platz machen wird.

Schon hier sei es gesagt: Ballonfahren ist nicht eine Fertigkeit, nicht eine Kunst, sondern angewandte Wissenschaft.

Gleich zuerst das Prinzip des Ballons erfordert eine Reihe physikalischer Überlegungen. Ebenso wie Öl in Wasser, so steigt leichtes Gas in einem schwereren in die Höhe. Wir sagen, das leichte Leuchtgas oder das noch leichtere Wasserstoffgas habe in der Luft, die schwerer ist als jedes der beiden, einen „Auftrieb". Es pflegt hier stets das „Archimedische Prinzip" ins Feld geführt zu werden: Ein Körper verliert in einer Flüssigkeit so viel von seinem Gewicht, als die Flüssigkeitsmenge wiegt, die er aus seiner Stelle verdrängt. — Abgesehen davon, daß die hier benutzte Definition des Wortes „Gewicht" etwas unphysikalisch ist, folgt aus diesem Satze: Das Gewicht des Ballons wird verkleinert um das der verdrängten Luft. Da letzteres größer ist als das

des Gases, hat der Ballon „negatives Gewicht", also Auftrieb.

Zahlen werden das anschaulicher machen: Ein Kubikmeter Luft von 0 Grad C wiegt 1293 Gramm, eine gleiche Menge Wasserstoffgas aber nur 0,07 davon, also 90 Gramm. Folglich muß mit dem Unterschied von rund 1200 Gramm das Kubikmeter Wasserstoffgas beschwert werden, wenn es in der Luft im Gleichgewicht bleiben soll, oder kurz gesagt: Das Wasserstoffgas hat in Luft einen Auftrieb von 1200 Gramm pro Kubikmeter. Das Beschweren eines Gases mit einem bestimmten Gewicht geschieht in der Weise, daß man das Gas in eine luftdichte Hülle einschließt, die allerdings auch schon etwas wiegt, und dann noch die Hülle mit soviel belastet, wie das Gas tragen kann. So hat man die einfachste Erklärung eines Luftballons. Hängt man nun einen Teil der Beschwerungsgegenstände ab, so steigt das übrige in die Luft.

Es ist die Frage zu beantworten: Wie hoch wird ein solcher Ballon steigen? Und das bringt uns noch tiefer in die Physik. Aber die Überlegungen sind ganz einfach, wir wollen uns nur einmal hineindenken, weil oft auf sie zurückgegriffen werden muß. Die Luft an der Erdoberfläche steht unter dem Drucke der über ihr lagernden Luftsäule, und diese ist so schwer wie eine Quecksilbersäule von rund 76 cm Höhe. Je höher wir steigen, desto weniger Luft bleibt noch über uns, und z. B. in 1000 m Höhe ist ihr Druck nur noch so groß, wie der Druck einer Quecksilbersäule von 67 cm Höhe. Steigt nun ein Luftquantum aus der Höhe hinab, wobei es unter größeren Druck

kommt, so zieht es sich zusammen, verkleinert sein Volumen, gerade wie ein Gummiball, den eine Hand zusammendrückt. Umgekehrt, wenn die Luft oder eine Gasmenge aufsteigt, dehnt sie sich aus.

Was folgt nun daraus für den Luftballon? Wenn er aufsteigt, muß er entweder an Umfang zunehmen — eine Folge des geringeren Gewichtes der ihn nun umgebenden Luft — also elastisch sein, oder das überschießende Gas muß entweichen können, wenn ein Platzen der Hülle vermieden werden soll. Und da das erstere aus technischen Gründen schwer zu erreichen ist, sind unsere Freiballons unten offen, so daß das Volumen des Gases beim Steigen immer das gleiche bleibt, nicht aber seine Menge. Wenn nun ein Ballon eine Zeit lang gestiegen ist, weil er leichter war als die Luft, welche er aus seiner Stelle verdrängte, so hat er dabei so viel Gas — und damit Auftrieb — verloren, daß bald Gleichgewicht eintritt und genau so viel Auftrieb vorhanden ist, als genügt, um den Ballon in der nun erreichten Höhe zu halten. Will man noch höher hinauf, so muß man abermals den Ballon erleichtern; er hat dann weniger Gewicht als Auftrieb und steigt infolgedessen. Dabei dehnt sich das Gas wieder aus und entweicht unten. Die Folge davon ist, daß der Auftrieb wieder aufhört, weil jetzt weniger Gas vorhanden ist, und wiederum ein Gleichgewichtszustand erreicht wird, bis das Manöver von neuem beginnt.

Eine Ballonfahrt spielt sich daher so ab, daß man eine gewisse Menge Ballast an Bord haben muß,

der nach und nach hinausgeworfen wird. Nach jeder Ausgabe von Ballast steigt der Ballon bis zu seiner neuen, durch die Gewichtserleichterung bedingten, Gleichgewichtslage. Beispielsweise kann ein Ballon mit Wasserstofffüllung und von 1000 Kubikmeter Inhalt am Erdboden unter 76 cm Druck 1200 Kilo tragen, wie oben berechnet ist. Unter 60 cm Druck (in ca. 2000 m Höhe) wiegen aber 1000 Kubikmeter Luft nur 1021 kg und ein gleiches Quantum Wasserstoffgas nur noch 71 kg (wenn wir von den Temperaturen absehen), mithin ist der Auftrieb des letzteren oder seine Tragfähigkeit in 2000 m nur 950 kg. Also muß 250 kg Ballast, der Unterschied von 1200 und 950, hinausgeworfen werden, wenn der Ballon von 0 auf 2000 m gebracht werden soll. Natürlich geschieht dieses Hinauswerfen nicht mit einem Male.

Ein Hochfahrer könnte mir jetzt entgegenhalten, daß gerade die ersten 2000 m sehr wenig Ballast zu gebrauchen pflegen. Das hat seinen Grund einesteils in der Sonnenstrahlung, die das beim Füllen abgekühlte Gas erwärmt — wovon noch besonders die Rede ist —, ferner aber darin, daß ein Ballon für Hochfahrten selten ganz voll gefüllt wird und also bei gleichbleibender Gasmenge seinen Auftrieb nach den obigen Ausführungen so lange beibehält, bis er „prall voll" ist. Wir haben ja dann einen Ballon mit entgegengesetzten Verhältnissen, als der vorhin betrachtete. Ein vollgefüllter zeichnet sich aus durch konstantes Volumen und sich vermindernde Gasmenge, ein nur zum Teil gefüllter durch konstante Gasmenge

und sich vergrößerndes Volumen. Die Auftriebsverhältnisse bei Annäherung an die Gleichgewichtslage setzt der Physiker und Meteorologe Professor Börnstein, welcher selbst Ballonführer ist, für Leuchtgas auseinander:

„Zahlenmäßig*) können wir das Ergebnis herleiten, wenn wir erwägen, daß Leuchtgas etwa halb so viel wiegt als atmosphärische Luft, also auch halb so viel als die verdrängte Luftmasse; und zwar bei jedem beliebigen Druck und jeder beliebigen Höhe. Da nun der Auftrieb des Gases gleich der Gewichtsdifferenz zwischen verdrängter Luft und Gasfüllung ist, so kann man auch sagen, daß eine Leuchtgasmasse im stande ist, eine ihrem eigenen Gewichte gleichkommende Last mit sich emporzuheben. Und weil beim Aufsteigen ein beständiger Gasverlust stattfindet, so wird das im Ballon vorhandene Gasgewicht immer kleiner, also auch die Last, welche von ihm gehoben werden kann. Unverändert bleibt aber dabei das Gewicht der thatsächlich gehobenen Last (Hülle, Netz, Korb samt Inhalt), und darum muß, falls nicht durch Ballastwerfen diese Last vermindert wird, der Ballon seine Gleichgewichtslage in derjenigen Höhe erreichen, bei welcher das Gewicht der Gasfüllung herabgemindert ist bis auf das Gewicht der mitgeführten Last."

Ein Ballon kommt nun an die Gleichgewichtslage mit einer gewissen Geschwindigkeit an, was zur Folge hat, daß er darüber hinausschießt und dabei

*) Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre 1896, p. 54.

natürlich wieder Gas verliert. Dadurch ist seine Tragfähigkeit kleiner geworden, als die Last, die an ihm hängt und er beginnt zu fallen. Wenn er nun nicht durch Ballastwerfen um so viel erleichtert wird, als er an Auftrieb verloren hat, müßte er durchfallen bis auf die Erde, weil sich das Gas jetzt zusammenzieht und mit ihm der Ballon, und wir jetzt wieder einmal, ähnlich wie beim halbgefüllten steigenden Ballon, ein veränderliches Volumen und eine konstante Gasmenge haben, die aber nicht imstande ist ihre Last zu tragen und zwar — bei gleichmäßiger Dichteänderung der Luft — in keiner Höhe.

Da es hier erst einmal darauf ankam, das ziemlich verwickelte Prinzip des unten offen bemannten Freiballons zu entwickeln, ist auf die Temperatur und Strahlungsverhältnisse noch nicht näher eingegangen.

B. Das Material.

Es soll jetzt dazu übergegangen werden, die technischen Einrichtungen von nicht lenkbaren Freiballons zu schildern. Es herrschen hierin zwar in den verschiedenen Ländern, verschiedenen Vereinen für Luftschiffahrt kleine Abweichungen. Im großen und ganzen gilt aber doch die Ballonausrüstung als Norm, wie sie nach den berühmten Fahrten des „Deutschen Vereins zur Förderung für Luftschiffahrt" in Berlin, besonders aus den Händen des Hauptmanns H. Groß hervorgegangen ist.

Bisher war schon die Rede von der Ballonhülle und dem Ballast. Die Rolle des letzteren spielt am

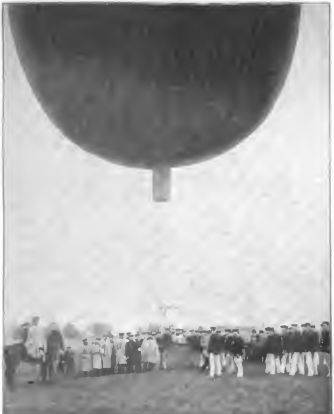


Fig. 3. Freiballon, fertig zum Aufstieg.



Fig. 4. Hochlassen eines österreichischen Militärballons.

besten gesiebter und durch Rösten auf einem Herde getrockneter Sand, der in Säcken — gewöhnlich zu 15 kg — aufbewahrt und nach Bedarf ausgeschüttet wird. Trocken muß der Ballastsand deshalb sein, damit er nicht bei den tiefen Temperaturen in der Höhe gefriert und sich zu großen Stücken zusammenballt, die nach dem Hinauswerfen Schaden anrichten und natürlich auch Menschen verletzen könnten. In geringeren Höhen ist es nicht schwer, diese Säckchen hochzuheben und zu entleeren. Wenn die Arbeit aber über 4000 m geleistet worden ist, so stellen sich Atmungsbeschwerden und starkes Herzklopfen ein. Deshalb wendet man dann eine andere Methode des Ausschüttens an. Besonders große Säcke werden außen am Korbe zweimal befestigt, nicht nur am offenen oberen Ende, sondern auch unten am Boden. Schneidet man nun die Leinen ab, welche den Sack oben halten, so bleibt er an dem Boden hängen, überschlägt und entleert sich.

An die Ballonhülle, die bestimmt ist, das leichte Gas in sich aufzunehmen, stellt der Luftschiffer die weitgehendsten Anforderungen und zwar mit vollem Rechte. Von ihrer Zuverlässigkeit und Güte hängt der Erfolg ab, ihr vertraut er sich und seine Apparate an. Von einem idealen Ballonstoff verlangt man daher in erster Linie Leichtigkeit, Dichtigkeit und Haltbarkeit.

Mit dem bewunderungswürdigen Leichtsinn, der den ersten Ballonfahrern überall nachgesagt werden muß, verfuhren sie auch bei der Auswahl ihres Ballonstoffes. Grobe Leinwand mit Papier beklebt, da-

hinein füllten sie ihr Gas, oder ihre erhitzte Luft! Wir, die wir jetzt die Gefahr kennen, müssen uns nur wundern, daß so wenig Unglücksfälle vorgekommen sind. — Man pflegt im Scherz zu sagen, daß die Gefahr die verschont, welche sie nicht kennen. — Jetzt haben wir kräftige, haltbare Gashüllen. Es sind Seidengewebe, Baumwollengewebe und Goldschlägerhaut, die in Betracht kommen, die letzte am wenigsten, da sie zwar sehr leicht und luftdicht, aber wenig widerstandsfähig gegen atmosphärische Einflüsse und recht teuer ist.

Goldschlägerhaut nennt man das feine Oberhäutchen vom Blinddarme des Ochsen, welches sorgsam präpariert und mehrfach übereinander geklebt wird. Das Verfahren ist schwierig und mühsam, wodurch eben der hohe Preis bedingt wird. So bleiben nur noch Seide und Baumwolle. Die erstere hat etwas größere Haltbarkeit, ist aber teurer. Aus Ponghee-Seide wird ein glattes Gewebe hergestellt, das äußerst haltbar ist. Nur wird es unter der Einwirkung der Luft und und des Regens leicht brüchig. Gegen die Verwendung der Seide und in kleinerem Maße auch der Baumwolle spricht noch eine andere trübe Erfahrung: Beide Stoffe werden durch Reiben leicht elektrisch und zwar so stark, daß beim Verarbeiten zu Ballons Vorkehrungen getroffen werden mußten, um die Arbeiter und Arbeiterinnen gegen die starken elektrischen Schläge zu schützen. Dem Ballon „Humboldt" des „Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt" in Berlin brachte diese Eigenschaft der Baumwolle den Untergang. Als nach einer Landung am 26. April 1893 der Hauptmann Groß zur schnelleren Entleerung des

Ballons das große Landungsventil mit der Hand berührte, „sah er vor sich Feuer, vernahm einen Knall und ward zu Boden geworfen." So schreibt Professor Börnstein, der danach Untersuchungen über diese Fragen anstellte. Zündung durch Unvorsichtigkeit war ausgeschlossen und so ist es kein Zweifel, daß dieser und andere Fälle, bei denen unter den gleichen Erscheinungen Ballons in Feuer aufgingen, auf elektrische Funken zurückzuführen sind. Man denkt sich den Vorgang derart, daß durch intensive Sonnenstrahlung der Ballon äußerst trocken und damit für die Erzeugung von Reibungselektrizität sehr geeignet wird. Durch Reibung des Stoffes in den Falten oder — wenn man das nicht gelten lassen will — beim Umherzerren am Boden während des Landens werden die Stoffe stark negativ elektrisch. Diese Elektrizität geht auch auf die Metallteile über oder influenziert auf ihnen elektrische Ladungen. Kommen nun diese Teile — besonders das Ventil, aus dem Gas ausströmt — mit der Erde oder einem Gegenstande in Berührung, der mit der Erde in elektrisch leitender Verbindung steht, so gleicht sich die Elektrizität mit dieser aus und zwar, wenn die Spannung groß genug ist, durch einen Funken. Professor Börnstein hat dieses alles durch Experimente klargestellt.

Nun galt es also, diese Gefahr abzuwenden; denn es ist offenbar unheimlich, in einem Ballon umherzufahren, von dem man befürchten muß, daß er bei der Landung explodiert. Dabei können natürlich die Nahestehenden nicht nur, wie am 26. April 1893, zu Boden geschleudert und versengt, sondern auch ernst-

lich verletzt werden. — Das oft gebrauchte Bild der Situation auf einem Pulverfaß kann nirgends so gut wie hier zum Vergleich herangezogen werden. — Nach einigen Vorschlägen, etwa durch Drahtspiralen, welche gleich nach der Landung in die Erde gesteckt werden sollten, etwaige Ladungen auszugleichen, und andere mehr, fand der damalige Ingenieur v. Sigsfeld die einfachste Lösung: Er schlug vor, das Trocknen und die damit verbundene Neigung elektrisch zu werden durch eine Behandlung des Ballonstoffes mit Chlorcalciumlösung zu verhindern. Dieses Präparat hat die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Umgebung in starkem Maße anzuziehen. Wenn also der Ballonstoff mit Chlorcalciumlösung betupft ist, bleibt er lange Zeit hindurch immer etwas feucht, so daß durch Reibung keine Elektrizität erzeugt werden kann. Das einfache Mittel ist eingeführt und hat sich glänzend bewährt. Noch niemals ist nachweisbar ein so behandelter Ballon durch elektrische Funken verbrannt.

Auch die Baumwollenstoffe werden so präpariert, wenn sie zu Ballons verwandt werden. Baumwolle wird jetzt überhaupt immer mehr bevorzugt, besonders der Billigkeit halber. Sie erfüllt auch sonst die zu stellenden Bedingungen in ziemlich vollkommner Weise.

Natürlich ist der Stoff an sich nicht luftdicht sondern muß erst mit Gummi oder Firniß behandelt werden. Die mit Firniß getränkten Ballons haben im allgemeinen weniger gute Resultate gegeben: Sie klebten sehr, wurden brüchig und ließen sich dann schlecht flicken; sie wurden undicht und mußten wiederholt gefirnißt werden, wodurch sie dann zu schwer

wurden; wenn sie nicht kühl und luftig aufbewahrt werden, kann außerdem Oxydation des Firnißes eintreten, die Wärmeentwicklung zur Folge hat, sodaß der Ballon womöglich verbrennt. In letzter Zeit hat man sich verschiedentlich bemüht, bessere Resultate zu erzielen. Es sind oft Versuche gemacht, den Firniß so zu präparieren, daß er kein Zusammenkleben der Hülle veranlaßt, und manche gefirnißte Ballons haben bei besonders guter Pflege und Behandlung schon eine große Reihe von Fahrten ertragen. Sie haben den Vorzug, daß sie außerordentlich leicht und verhältnismäßig billig sind.

Die Luftdichtigkeit wird sonst durch eine Gummischicht hergestellt, die sich entweder zwischen den beiden Stofflagen oder auf der Innenseite befindet. Die Hülle wird nämlich meist doppelt genommen, und zwar legt man, damit nicht ein irgendwo entstehendes Loch sich durch Weiterreißen vergrößern kann, die beiden Lagen so aufeinander, daß das Gewebe der einen diagonal zu dem der andern verläuft. Das heißt, wenn die Webfaden bei der ersten horizontal und vertikal laufen, ziehen sich die andern Lagen schräg, von links oben nach rechts unten und von links unten nach rechts oben. Ein Weiterreißen im Gewebe ist also nicht möglich, weil es ja in einer Lage jedesmal gegen das Gewebe geschehen müßte.

Weit verbreitet ist im Publikum die Ansicht, daß unsere Ballons aus Gummi verfertigt werden, ähnlich den bekannten kleinen Kinderballons. Allerdings wäre das in mancher Weise recht wünschenswert, aber leider ist es noch nicht gelungen, Gummihüllen von der

nötigen Größe herzustellen, für deren Haltbarkeit man garantieren könnte. Ein Ballon aus elastischem Gummi würde seine Gasmenge beim Aufstieg behalten, also auch seinen Auftrieb. Er würde daher ununterbrochen steigen, soweit es eben die Elastizität des Gummis zuließe, also bis er platzte. Durch Ablassen einer gewissen Gasmenge vermittelst des Ventils könnte der Auftrieb aber früh genug vermindert, ja sogar in das Gegenteil verwandelt werden. Der Ballon würde dann — wie jeder andere Ballon — so lange fallen, bis durch Ausgabe von Ballast wieder Auftrieb geschaffen würde. Die Führung würde sehr schwierig sein und fortwährende Aufmerksamkeit verlangen, aber es würde im Gummi eben der Idealballonstoff gefunden werden können. Nun, vielleicht bringt uns die Zukunft diese Neuerung. Hoffnung dazu ist vorhanden, nachdem es neuerdings gelungen ist, kleinere Gummiballons herzustellen, die sich bis auf das 64fache ihres Anfangsvolumens ausdehnen können. Sie werden zu Pilotballons oder zu „Ballons sondes“ verwandt, von denen später noch ausführlich die Rede sein soll.

Als Form der Hülle für Freiballons hat sich die Kugelform als die beste bewährt, und zwar aus dem Grunde, weil sie die einfachste und natürlichste ist; weiterhin, weil sich bei ihr der Druck, den die unter ihr hängende Last hervorruft, auf die Oberfläche recht gleichmäßig verteilt. Wie die runden Grenzflächen der Apfelsinenspalten ziehen sich die zusammengenähten und sorgsam verklebten Stoffbahnen — ihre Zahl richtet sich natürlich nach der Größe — von oben nach

unten hin. Es werden auch kugelähnliche Ballons gebaut, zum Beispiel birnenförmige, doch weichen sie in ihrer Konstruktion nur wenig von der Kugelgestalt ab.

Die Füllung geschieht durch einen weiten Schlauch, den Füllansatz oder Appendix, der am untersten Ende der Hülle hängt. Auch dieser Füllansatz ist für die Ballonführung sehr wichtig, obgleich er zuerst nur als notwendiges Übel angesehen werden könnte. Vor der Abfahrt ist er zugebunden, damit das Gas nicht durch Mischung mit Luft verschlechtert wird. Auf das Kommando „Aufziehen!" wird dann aus dem Knoten, der den Füllansatz zusammenhielt, ein Knebel herausgezogen, worauf die Schnur locker herabfällt. Durch den Appendix entweicht beim Steigen das überschüssige Gas. Er muß weit genug sein, um auch bei schnellem Steigen keine Stauung und damit Überdruck im Ballon hervorzurufen, der die Hülle zersprengen könnte. Während der Ballonfahrt selbst bietet nun der Füllansatz ein Mittel, das Steigen und Fallen des Ballons zu erkennen. Steigt dieser und entweicht unten das Gas, so ist der Füllansatz weit offen, so daß man hineinsehen kann; beim Fallen zieht sich das Gas zusammen und würde Luft in den Ballon hineinsaugen, die das Gas natürlich verschlechtern würde. Wenn der Füllansatz da lang und dünn genug ist, zieht er sich unter der Saugwirkung des Gases zusammen und schließt den Ballon automatisch unten ab, um beim Steigen von selbst sich wieder zu öffnen. — Man sieht, mit welchen einfachen und doch tiefsinnigen Mitteln der Luftschiffer arbeitet.

Der Einheitlichkeit, welche in der Form der Hülle eines Freiballons überall vorwaltet, steht die große Mannigfaltigkeit der Größe gegenüber. Und das ist ja ganz verständlich. Die Größe des Ballons — gewöhnlich ausgedrückt in der Anzahl Kubikmeter, die seine Hülle faßt — richtet sich nach den Zwecken, die mit ihm verfolgt werden: nach der Höhe, die er erreichen; der Last, die er tragen; dem Gase, mit dem er gefüllt werden soll. Alles dieses geht ja aus den Ausführungen über den Auftrieb am Anfange dieses Kapitels klar hervor. Leuchtgas hat einen Auftrieb von etwa 700 g pro Kubikmeter, reiner Wasserstoff aber fast 1200 g. Deshalb brauchen die Ballons nur etwas mehr als halb so groß zu sein, wenn Wasserstofffüllung vorgesehen ist, als wenn nur Leuchtgas, das ja viel billiger und überall zu bekommen ist, zur Verfügung steht. Für sportliche Ballonfahrten ist es aber mehr erwünscht in größerer Gesellschaft zu fahren, als höhere Schichten zu erreichen, welch' letztere Bedingung bei wissenschaftlichen Fahrten gestellt wird. So kommt es nun, daß eine Größe besonders praktisch ist, nämlich 1300 Kubikmeter. Mit Leuchtgas gefüllt trägt solch Ballon vier Personen mehrere Stunden, wenn auch nur in mäßigen Höhen (bis höchstens 1500 m); mit Wasserstofffüllung hingegen ist er imstande, 2 Beobachter bis 7000 m zu erheben. — Er stellt also gewissermaßen eine glückliche Vereinigung von Sport und Wissenschaft dar. —

Im allgemeinen herrscht jetzt entschieden die Tendenz vor, mit möglichst kleinen Ballons auszukommen, einmal der Billigkeit halber, besonders aber deshalb,

weil kleine Ballons sich weit besser führen und landen lassen. Ein kleiner Ballon „reagiert besser auf Ballast", drückt man sich luftschifferisch aus und meint damit, daß ein Ballon bei derselben Ausgabe von Ballast eine um so größere Höhenveränderung ausführt, je kleiner er ist.

Ich will noch die Extreme in der Größe der in Gebrauch befindlichen Freiballons nennen: Den größten Inhalt hat der Ballon „Preußen" des Kgl. Preuß. Meteorologischen Institutes zu Berlin, nämlich 8400 Kubikmeter. Dieser Ballon wurde von Baumeister Enders in Potsdam geschenkt. Bei Gelegenheit einer Fahrt, die unter Beteiligung der Herren A. Berson, Dr. Süring, Mr. Alexander und Zekély im Herbst 1900 stattfand und als Dauerfahrt geplant war, leider jedoch durch Hängenbleiben des Schlepptaues im Walde ein vorzeitiges Ende erlitt, war die ganze Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Füllung sowie überhaupt der Bereitstellung zur Fahrt zu Tage getreten. Nur bei ganz wichtigen Aufgaben wird er hervorgeholt. Wie man unter Zugrundelegung der oben genannten Zahlen leicht ausrechnen kann, trägt der „Preußen" 10000 kg, wenn er mit Wasserstoff gefüllt ist, wovon er selbst mit Insassen und allem Zubehör allerdings schon 2000 bis 3000 kg wiegt. — Wir werden von diesem Ballonriesen noch mehr Interessantes zu hören bekommen.

Den Gegensatz hierzu bilden die kleinen 600 Kubikmeter-Freiballons der Preußischen Militär-Luftschiffer-Abteilung in Berlin. Sie müssen zwar mit Wasserstoff gefüllt werden, um überhaupt ein nennens-

wertes Gewicht zu heben, tragen dann aber auch drei Personen einen Tag bis 1500 m und mehr.

Damit sich der Leser auch eine Vorstellung von den Größenverhältnissen der genannten Ballons machen kann, soll nicht nur der Rauminhalt der Gashülle, wie es beim Luftschiffer üblich ist, sondern noch die Höhe der Ballons angeführt werden. Die kugelförmige Hülle der 1300 Kubikmeter-Ballons hat einen Durchmesser von etwa $13^1/_2$ m. Unter ihr hängt der Korb an 8—9 m langem Seilwerk, so daß eine Gesamthöhe von 22 m herauskommt, etwa die Höhe eines vierstöckigen Hauses. Da die kleinen Militärballons für Wasserstofffüllung mit Netz und Korb nur etwa 15—16 m hoch sind, machen die beiden angeführten Ballons in vollständiger Montierung übereinander gesetzt kaum die Höhe des Riesenballons „Preußen" aus. Seine Hülle hat allein einen Durchmesser von über 25 m.

Die Verbindung der mehr oder weniger großen Gashülle mit ihrer Last, der Gondel, wird am einfachsten durch ein weitmaschiges Netzwerk hergestellt, das die Hülle größtenteils bedeckt. An diesem Netze hängt vermittels „Auslaufleinen" zuerst ein eiserner Ring und an ihm dann der Korb mit Inhalt und das Schlepptau.

Die Gondel ist aus Weidengeflecht gefertigt, das sich durch Elastizität und Dauerhaftigkeit, verbunden mit möglichster Leichtigkeit auszeichnet. Die Widerstandsfähigkeit wird durch einige Holzleisten erhöht. Sie ist aus besonderen Gründen nicht rund, sondern viereckig, damit sie nicht bei der Landung ins Rollen

gerät. Der Ausdruck „Gondel“ ist deshalb kaum angebracht, zumal der Korb für den Fall einer Landung im Wasser nicht zum Schwimmen eingerichtet ist. Die Größe des Korbes hängt von der Anzahl der Personen ab, die mitgenommen werden sollen. Drei müssen sich mit einem Raum von etwa 2 Quadratmetern begnügen. Die Höhe des Korbes ist $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ m, genug um ein Hinausfallen zu verhindern.

Wenn es auch bisweilen ein wenig eng ist, so muß man den Aufenthalt im Ballonkorb doch ziemlich anheimelnd finden. So auf einem kleinen Raume alles das, was man für den Tag gebraucht, zusammengedrängt zu sehen, Apparate, Karten, Handwerkszeug, Proviant, warme Kleidung zc., ist ein so angenehmes und beruhigendes Gefühl. Hat man nach der Abfahrt seinen Korb in Ordnung gebracht, die Leinen kontrolliert, die Ballastsäcke gleichmäßig auf alle Seiten verteilt und bequem angeordnet, die richtigen Karten hervorgesucht, auf denen man die Fahrt verfolgen will, alle Apparate montiert und eingestellt, dann sagt man sich: So, nun kann es erst einmal eine Weile kommen, wie es will.

Auch Sitzgelegenheiten sind im Korbe. Aber offen gesagt, ich erinnere mich nur weniger Fälle, wo sie von uns auch benutzt sind. Beim Ablesen der Apparate, beim Orientieren nach der Karte, beim Ballastwerfen und andern Verrichtungen muß man sich ja doch erheben. Und auch wenn man wirklich bei aller Beobachtungs- und Führungsarbeit einmal einen Augenblick Zeit hat, so benutzt man ihn doch nicht zum Sitzen, sondern lieber

um die große Schönheit der Welt in vollen Zügen zu genießen und die wohlthuende Einsamkeit und Stille verbunden mit dem herrlichsten Anblick recht zu genießen.

Neuerdings ist die Forderung größerer Bequemlichkeit für Hochfahrten lauter betont worden, und zwar mit vollem Rechte. In hohen Schichten, solange sie noch unter 6000 m bleiben, verspürt man zwar während der Fahrt keine Müdigkeit, da der Beobachter gewohnt ist, seine ganze Kraft auf diese wenigen Stunden zu konzentrieren. Erst nach Beendigung derselben merkt man, wie erschöpft der Körper ist, wenn die Packung des Ballons geschehen und der Beobachter an sich und sein körperliches Wohl zu denken Zeit hat. In den darüber hinaus liegenden Höhen jedoch muß man mit jedem Funken Kraft geizen, und hier ist entschieden die Frage eine der wichtigsten, wie man den Beobachter schonen, seine Widerstandsfähigkeit erhöhen und seine Kräfte zusammenhalten kann. Sehr viel kann hier eben durch eine entsprechende Einrichtung des Korbes geleistet werden. Es ist zunächst vorgeschlagen, alle Beobachtungen im Sitzen anzustellen.

Um ferner auch beim Ballastwerfen keine Kräfte unnötig zu vergeuden, ist beim Ballon „Meteor" des Meteorologischen Institutes zu Berlin auf Anweisung von A. Berson eine sinnreiche Einrichtung getroffen: Zwei gegenüberliegende Ecken sind durch Flechtwerk von oben bis unten abgeteilt und in diese entstandenen Räume wird Sandballast geschüttet. Unten im Boden befindet sich ein Loch, das durch eine unten angespitzte Stange von oben beliebig geöffnet und ge-

schlossen werden kann. Zieht man die Stange ein wenig empor, so läuft der Ballast langsam aber beständig aus, was ein gleichmäßiges, angenehmes Steigen des Ballons zur Folge hat.

Derartige Verbesserungen an der inneren Einrichtung des Ballonkorbes anzubringen, ist eine der nächsten Aufgabe der Ballontechnik für Hochfahrten. Es muß allerdings dabei beachtet werden, daß seine bisher so einfache und praktische Struktur möglichst gewahrt bleibt.

Die wichtigsten Teile eines Freiballons sind seine Manövrier- und Landungsvorrichtungen. Es sind folgende: Ballast, von dem schon die Rede war, Ventil, Schlepptau, Anker und Reißvorrichtung. Hat der Ballast den Zweck, ein Steigen des Ballons zu veranlassen, so wirkt der Gebrauch des Ventiles gerade entgegengesetzt. Wenn man Gas hinausläßt, wird allerdings der Ballon um eine Kleinigkeit leichter, er verliert aber zugleich an Tragfähigkeit, die ja hauptsächlich von der Menge des Gases abhängt. Er wird dadurch schwerer als die Luft, die er aus seiner Stelle verdrängt, seine Gleichgewichtslage wird nach unten verschoben und er beginnt zu fallen.

Das Ventil hat seinen Sitz im obersten Punkte der Ballonhülle und besteht gegenwärtig meist aus einem Teller, der durch eine Anzahl Federn von unten her gegen einen Rand gepreßt wird, der selbst in den Ballonstoff — natürlich luftdicht — eingefügt ist. Von diesem Teller aus geht nun eine Leine, die Ventilleine, durch den Füllansatz in den Korb. Wird von den Korbinsassen an ihr nun ein Zug ausgeübt,

der größer ist als die Kraft der Ventilfedern, so wird der Teller von seinem Rande entfernt, und das leichte, nach oben strebende Gas sucht durch die entstandene Lücke zu entweichen. Läßt der Zug von unten nach, so drücken die Federn den Ventilteller wieder fest gegen seinen Anschlag, so daß kein Gas mehr ausströmen kann. Natürlich ist dabei Voraussetzung, daß zwischen Teller und Rand eine luftdichte, weiche und elastische Zwischenschicht sich befindet, etwa aus Gummi, die sich allen Unregelmäßigkeiten des Materials anpaßt und, wenn der Teller von den Federn angezogen ist, einen luftdichten Verschluß herstellt.

Auf das Ventil muß man sich durchaus verlassen können. Es muß sofort wieder „zuschnappen" und fest schließen, wenn der Zug an der Leine aufhört. Die Federn dürfen andererseits nicht zu stark sein, sondern müssen wenigstens nachgeben, wenn das Gewicht eines Mannes daran hängt.

Die soeben beschriebenen führen die Namen Tellerventile. In früherer Zeit waren in Gebrauch — und sind es vielleicht hier und da noch — sogenannte Klappenventile. Ein runder Teller, der um eine Axe drehbar ist, wird gewöhnlich durch sein Gewicht fest gegen Anschläge gedrückt. Zieht man nun an einem Ende, so klappt er auf und läßt das Gas heraus, um sich nachher wieder automatisch in seine ursprüngliche Lage zurückzudrehen. Diese Klappenventile kamen meist zweiteilig zur Anwendung.

Die moderne Luftschiffahrt kennt das Ventil nur

noch als Manövriervorrichtung. In früheren Zeiten wurde es aber auch bei der Landung zum Entleeren des Ballons benutzt. Weil es nun zu anstrengend und oft nicht möglich war, so lange am Ventil zu ziehen, bis das Gas entwichen ist, wurden Vorrichtungen getroffen, die das erübrigten. Beispielsweise schnappten Sperrhaken ein, die das Ventil dauernd offen hielten. In diesem Falle hat Hauptmann Groß beim „Humboldt" die beiden Funktionen, als Manövrier- und als Landungsvorrichtung auf zwei verschiedene Apparate verteilt. Das eine konnte sich automatisch wieder schließen, während das andere offen blieb und also nur bei der Landung gezogen werden durfte. Dieses letztere konnte dann, je nach der Größe des Ballons, groß genug genommen werden, während die automatisch schließenden Manövrierventile einesteils kleiner sein können, andererseits aber auch müssen, da die Sicherheit des guten Funktionierens natürlich mit der Größe abnimmt. Der lichte Durchmesser eines Ventiles ist also je nach dem Zweck verschieden. Auch bei den größten Ballons genügen solche von $1^1/_4$ m. Kleinere Ballons beanspruchen nur etwa 50 cm Durchmesser. — Aber es kommt ganz auf den betreffenden Erbauer an, ob er größere oder kleinere Ventile einsetzen will; denn, obgleich bestimmte Gesetze dafür aufgestellt sind, verfährt man doch am besten nach Erfahrung und persönlichen Anschauungen.

Ein so wichtiges Instrument ist natürlich im Laufe der Jahre mannigfachen Verbesserungen unterworfen worden. Der eine hält dieses, der andere jenes

für praktisch. Doch es ist ausgeschlossen, hier nur annähernd erschöpfend berichten zu wollen, deshalb mag es mit den wenigen Worten über das Ballonventil sein Bewenden haben. Nur eines sei noch gesagt: Unsere heute gebräuchlichen Ventile funktionieren zur Zufriedenheit, so daß ganz selten durch sie Unglücksfälle hervorgerufen werden. Ein Fall ist zwar bekannt, der Absturz des „Humboldt" am 14. März 1893. Insassen waren A. Berson und Hauptmann Groß. Der „Humboldt" war ein Ballon von 2514 Kubikmeter, bei ihm gerade hatte sich die Anbringung zweier Ventile aufs beste bewährt. Am genannten Tage hatten die Luftschiffer die größte Höhe von 6105 m schon wieder verlassen und waren im Abstieg begriffen, als sie das Rauschen ausströmenden Gases über sich vernehmen. Noch ehe sie die Ursache ergründen können, ist das Unglück geschehen: die Sperrhaken des großen Ventiles sind eingeschnappt, dasselbe steht weit offen und der Ballon entleert sich in einer Höhe von 3 bis 4 km schnell. Die Ursache davon war die Ausdehnung des den Korb tragenden Tauwerks, die nach längerer Fahrt in Regenwolken unter dem Einfluß der Trockenheit in den höheren Schichten sich vollzogen hatte. Die Ventilleinen, die innerhalb der Hülle vor derartigen meteorologischen Einflüssen geschützt sind und an den Korbleinen befestigt werden, wurden allmählich durch den Korb, der sich immer weiter vom Ballon entfernte, straff gezogen. Schließlich hing die Last des Korbes teilweise an ihnen, die Federn gaben nach und das große Landungsventil öffnete sich. Es ist ja ein

Wunder zu nennen, daß die Insassen mit dem Leben davonkamen. Als Hauptmann Groß die Ursachen des plötzlichen starken Falles bemerkte, schnitt er die Leinen ab, welche den Füllansatz und damit den unteren Teil des Ballons am Korbe festhalten. Die Hülle wölbte sich darauf halbkugelförmig über dem letzteren und wirkte gleichsam als Fallschirm. Zwar war die Geschwindigkeit eine ganz enorme geworden und die beiden Insassen werden wohl schon an einem günstigen Ausgange gezweifelt haben. Dennoch erlitten sie bei dem furchtbaren Anprall auf den Erdboden, und obgleich der schwere Ballon auf sie stürzte, keine bedeutenden Verletzungen. Schon am Tage nachher waren beide wieder reisefähig.

Die Ballontechnik zieht daraus die Lehre, daß Ventil- und Reißleine mit 1—2 m Durchhang an den Korbleinen befestigt sein müssen, um bei einer Ausdehnung der letzteren nicht in Mitleidschaft gezogen zu werden.

Dieses durch das Ventil hervorgerufene Unglück, wohl das einzige in den letzten Jahrzehnten, lief also noch ganz gut ab und sonst vorgekommene Mängel zwangen nur zu vorzeitiger Landung, so daß man Grund hat, den Ventilen das größte Vertrauen entgegen zu bringen.

Sie dienen also, um das noch einmal zu wiederholen, dazu, um durch Verminderung der Gasmenge den Ballon zum Fallen zu bringen. Wer nun aber den gelehrten Vorlesungen über die Physik des Luftballons in den vorigen Seiten aufmerksam gefolgt ist, weiß, daß ein fallender Ballon bis auf den Erdboden „durchfällt“, wie der Luftschiffer sagt, wenn er nicht entlastet wird.

Das geschieht entweder durch Ballastwerfen — der technische Ausdruck hierfür ist: Den Fall des Ballons „abfangen" — oder meist erst vollständig durch „Aufsetzen" des Schlepptaues auf den Erdboden. Dieses Schlepptau ist ein ca. 100 m langes, mehrere Centimeter dickes Seil, dem man seine Wichtigkeit für die Führung und Landung eines Ballons gar nicht ansieht. Setzt dieses Tau auf die Erde auf, so wird der Ballon leichter und zwar um so mehr, je größer das Stück ist, welches auf dem Boden liegt und also nicht mehr vom Ballon getragen zu werden braucht. Je schneller der letztere also fällt, um so schneller wird er auch entlastet und sein Fall vermindert. Und wenn nicht gar zu viel Gas durch Ventilziehen herausgelassen ist, genügt die Wirkung des Schlepptaues mit geringer Unterstützung durch Ballastgeben zum Abfangen des Falles, wenn dieser nur aus geringeren Höhen erfolgt. Das auf dem Boden nachschleifende Tau verhindert aber auch ein Wiederhochgehen des Ballons dadurch, daß es ihn um so mehr beschwert, je höher er steigt; denn um so größer wird der Teil, den der Ballon zu tragen hat.

Noch manche kleine Einzelheit über das Schleppseil wird zu berichten sein, wenn von der Führung des Freiballons die Rede ist. Hier sei nur noch erwähnt, daß dasselbe noch den weiteren Hauptzweck hat, durch seine Reibung am Boden die Geschwindigkeit kurz vor dem Aufprall zu mäßigen.

Wir kommen jetzt zum Landungsmanöver. Ist die Landung nötig geworden, so wird sie zumeist durch Ventilziehen eingeleitet. Dadurch wird der Ballon

heruntergebracht und unten gehalten. Dicht über dem Boden wird der Fall — wenn nötig — noch einmal gemindert und dann erfolgt das Aufsetzen des Korbes auf den Boden. Dabei tritt momentan eine erhebliche Gewichtserleichterung ein, der Ballon springt wieder hoch und nun ist der rechte Augenblick gekommen, ihn aufzureißen und das Gas herauszulassen. Viele Führer zerreißen den Ballon schon vor dem ersten Aufsetzen, um den zweiten Anprall zu vermeiden.

Die Großsche Reißvorrichtung, so genannt nach ihrem Erfinder, dem Hauptmann H. Groß, ist in Berlin schon seit 1893 allgemein eingeführt und jetzt auch fast an allen anderen Orten im Gebrauch. Es gab schon früher sogenannte Zerreißvorrichtungen, die aber nur im äußersten Notfalle angewandt werden sollten. Es galt geradezu als Ehrensache für den Luftschiffer, von ihr keinen unnötigen Gebrauch zu machen, da sie den Ballon vollkommen zerstörte; „Corde de la miséricorde" nennt sie der Franzose deshalb. Vor ihnen hat die Großsche Reißvorrichtung den Vorzug, daß sie, obgleich bei jeder Landung benutzt, den Ballon in keiner Weise beschädigt. Zwei der schmalen Bahnen nämlich, aus denen die Ballonhülle zusammengesetzt ist, werden nicht mit einander zusammengenäht, sondern vor der Füllung nur durch Gummi verklebt. Dieses geschieht durch einen langen, schmalen Reißlappen, der von innen auf den klaffenden Spalt gedrückt wird, nachdem die Ränder mit Gummilösung gut bestrichen sind. Oben am Ventil läuft dieser Streifen in die breite Reißleine aus, die der Sicherheit wegen bisweilen schon den ganzen

Streifen durchzieht und durch den Füllansatz ebenso wie die Ventilleine in den Korb hineinreicht. Damit nun nicht ein unbeabsichtigtes Ziehen schon den Reißlappen vom Schlitz löst, wird die Leine oben am Ventil in einer starken Feder festgehalten, aus der sie durch einen kräftigen Ruck vor dem Gebrauch erst ausgeklinkt werden muß. Um die Reißleine sofort aus den übrigen herauszufinden, ohne erst überlegen und suchen zu müssen — dazu hat der Führer bei der Landung gar keine Zeit —, ist sie purpurrot gefärbt. Bei der Beschreibung des Ballonmateriales in dem Berichtswerk: Wissenschaftliche Luftfahrten, herausgegeben von R. Aßmann und A. Berson, kurzweg das „Ballonwerk" genannt, gebraucht Hauptmann Groß das Bild: Der Reißlappen wird „wie ein Pflaster" vom Schlitz heruntergezogen. Ja, der Gedanke einer riesigen Wunde liegt wirklich sehr nahe. Von vornherein ist der stattliche Ballon durch seine gewaltige Wunde dem Untergange geweiht. Noch wird sie zwar sorgsam durch ein Pflaster zusammengehalten, aber das Mittel ist nur ein zeitliches. Schließlich muß doch das Pflaster von der Wunde entfernt werden, die nun weit aufklafft und den kostbaren Lebenssaft des Ballons, das Gas, schnell ausströmen läßt. Fauchend sinkt das Ungetüm zusammen, vergebens sich aufbäumend gegen das Geschick. Noch einige Augenblicke und der Luftschiffer steht vor der nunmehr ruhig daliegenden leeren Hülle. — Eine Ballonlandung erweckt eigentümliche Empfindungen!

Der Leser wird sich wohl gewundert haben, daß in der ganzen Beschreibung einer modernen Landung

nicht der Anker erwähnt ist. Der Anker, welcher doch bei jedem Zeitungsbericht über eine glückliche oder unglückliche Ballonfahrt die Hauptrolle spielt! Immer und immer wieder wird berichtet und geschrieben: Man landet jetzt stets ohne Anker. Aber dennoch heißt es in der Zeitung immer: Der Anker sei gebrochen, sei verloren, er habe nicht gefaßt, das Ankertau sei gerissen 2c. Die Phantasie des betreffenden „Augenzeugen" oder auch eines findigen Reporters wird nicht müde, immer wieder dieselben alten Märchen mit kleinen Varianten seinen Lesern aufzutischen. Ob wohl jemals die Thatsache bekannt werden wird, daß Ballons ohne ihn fahren und landen? Durch die häufigen falschen Zeitungsnachrichten ist es dem Publikum einfach unmöglich geworden, sich einen Luftballon ohne Anker vorzustellen.

Als die ersten Ballonfahrten unternommen wurden, bei denen man immer nur ihren glücklichen Ausgang bewundern kann, war er natürlich das gegebene Instrument, um die langen, gefährlichen Schleiffahrten abzukürzen, wenn möglich zu vermeiden. Wenn der Ballon so viel Gas verloren hat, daß er seine Last nicht mehr frei in der Luft halten kann, so schwebt er dicht über dem Boden, ihn vielleicht sogar teilweise berührend, vom Winde getragen dahin und zieht den umgestürzten Korb, in dem die Insassen irgendwie übereinander liegen und sich festhalten, hinter sich her. Diese wenig angenehme Situation nennt der Luftschiffer „Schleiffahrt". Bei starkem Winde und ungünstigem Terrain kann man sich denken, wie unbequem und ge-

fährlich solche Landungen sind. Der Luftschiffer ist einfach machtlos und muß sich darauf beschränken, fortwährend das Ventil zu ziehen — wenn eben weder Reißvorrichtung noch Anker vorhanden ist. — Der einzige leitende Gedanke ist nur: Kopf weg, Beine weg! Im Korbe zusammengekauert muß man es als ein Glück preisen, wenn man nicht durch Gräben, an einzelnen Baumstämmen vorbei, oder über Häuser weggeschleift wird und der Ballon schließlich mehr oder weniger zerfetzt an Bäumen rc. hängen bleibt. Durch die Mitnahme eines starken Ankers war die Gefahr schon bedeutend verringert. Wenn er nicht von Beginn der Fahrt an mehrere Meter unter dem Korb hing, so wurde er dicht über dem Boden herausgeworfen, natürlich an einer Stelle, wo er gut fassen konnte. Felsen und steiniges Gelände war, wie das begreiflich ist, kein günstiges Terrain für Ankerlandungen. Aber auch, wenn er sich wirklich fest in die Erde gegraben hatte, wurde der Zug des Ballons häufig so groß, daß er brach, daß das Ankertau riß oder der Ring verbogen wurde, an dem dieses Tau befestigt war, und ebenfalls zerbrach. Es wurden daher Versuche mit allerhand Material und den verschiedensten Systemen von Ankern gemacht. Im Ballonwerk führt Hauptmann Groß zwei Arten an: Den englischen Torpedobootsanker und die Ankeregge. Der erstere ist ein „stockloser Anker, dessen beide breiten Flunken im Ankerschaft drehbar waren". Der erfahrene Luftschiffer, welcher über 150 Ankerlandungen gemacht haben dürfte, hält diese für nicht so empfehlenswert, wie

die Ankereggen. Das sind Anker mit 10, 12 oder 20 Armen, die gleichmäßig um den Schaft verteilt sind. Wenn dieser auf der Erde schleift, müssen sich notwendig eine Anzahl Arme in den Grund vergraben. Das wird noch sicherer dadurch erreicht, daß die Arme verschieden lang gemacht werden.

Auch von den 65 Fahrten des „Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt“ in Berlin wurde die erste Hälfte mit Ankerlandungen ausgeführt und es trat dabei die Verbesserung ein, daß der Anker, welcher während der Fahrt am Korbe befestigt war, im geeigneten Momente losgeschnitten wurde und nun auf einer Rolle oder einer anderen Gleitvorrichtung am Schleppseil hinunterglitt. In etwa 50 m Abstand vom Korbe befand sich dann ein Knoten, der den Anker festhielt. Damit der plötzliche Ruck dabei nicht zu stark wurde, linderte man ihn durch eine Puffereinrichtung, indem nach einer französischen Erfindung der Knoten mit Federn oder Gummiringen versehen war.

Die Einführung der Reißvorrichtung bedeutet einen großen Fortschritt in den Bestrebungen, die Sicherheit der Insassen zu erhöhen. Sie funktioniert so trefflich, daß man heutzutage allein mit ihrer Hilfe die Landung bewerkstelligt, nachdem man eine Zeit lang Anker und Reißvorrichtung nebeneinander benutzt hatte. Der jüngere Luftschiffer weiß von Ankerlandungen kaum mehr, als daß sie sehr wenig angenehm waren. Ihm wurde nur erzählt von dem furchtbaren Ruck, den es gab, wenn der Anker gefaßt hatte, von den Befürchtungen vorher, ob er auch fassen, und danach, ob er

auch halten würde. Wenn er nun losriß, begann die tolle Jagd über Stock und Stein mit der steten Gefahr, wenn er aber hielt, war der Freiballon augenblicklich in einen Fesselballon verwandelt und wurde genau wie ein solcher vom Winde zur Erde niedergedrückt, so daß seine Abwärtsbewegung noch erheblich beschleunigt wurde und der Anprall des Korbes auf den Boden mit erhöhter Gewalt geschah.

Kurzum, solche Landungen ohne Reißvorrichtung waren recht unangenehm, und aus dieser Zeit stammt wohl auch jene mit Luftschifferfreiheit übertriebene Definition der „glatten Landung". Man unterscheidet nämlich drei, eigentlich vier Arten: „Sehr glatte", „glatte" und „glückliche Landungen", zu denen nur bei ganz erheblichen Unglücksfällen eine „unglückliche" hinzukommt. „Glatte Landungen", so sagte man scherzhaft, sind solche, bei denen es nicht unbedingt notwendig ist, daß alle Instrumente zerbrochen sind. — Jetzt im Zeitalter der Reißleine ist das natürlich ganz anders geworden!

Soeben schon sagte ich, daß eine Zeit lang Anker und Reißvorrichtung nebeneinander angewandt seien. Da geschah es aber mehrere Male, daß man wunderbar sanft landete und sich über das sichere Fassen und Halten des Ankers freute, wenn man aber näher trat, zum allgemeinen Erstaunen bemerkte, daß er gar nicht in Funktion getreten war, sondern oben auf dem Erdboden lag. Bei starkem Winde andererseits hielten die Anker und Ankertaue den Winddruck auf den Ballon nicht aus und brachen; zumal man immer danach strebte, sie möglichst leicht zu nehmen, um nicht zu

viel totes Gewicht im Korbe zu haben — das heißt Gewicht, welches man nicht als Ballast hinauswerfen kann. — Und so entschloß sich schließlich zuerst A. Berson, den schweren Anker einfach zu Hause zu lassen, um desto höher fahren zu können, zumal der Ballon gerade wenig Tragfähigkeit hatte. Er landete glatt und stellte es noch häufiger fest, daß die Landungen ohne Anker viel sanfter seien. Andere machten es ihm nach und jetzt denkt in Berlin überhaupt niemand mehr daran, ein so schweres Ding, wie es der Anker ist, mitzunehmen, und an anderen Orten ersetzt man ihn auch lieber durch eine entsprechende Menge Sandballast. Es ist eben ein begreifliches Streben des Luftschiffers möglichst hoch, oder was vielleicht noch mehr Reiz hat, möglichst lange und weit zu fahren.

An dem Mißkredit, in den der Anker geraten ist, sind auch einige durch ihn verursachte Unglücksfälle schuld. Abgesehen davon, daß er starken Flurschaden machte, beschädigte er noch Häuser, riß Bäume aus, ja brachte auch Menschen in Gefahr. Zum Beispiel erzählt man den Fall, daß er sich in die Wade eines Bauernmädchens verankert hatte, mit besondere Genugthuung, um ihn gesellschaftlich und sportlich unmöglich zu machen. Nun, Scherz beiseite, er bedrohte bei einer Fahrt auch das Leben der Korbinsassen: Es war eine plötzliche Landung notwendig geworden — ich weiß nicht, weswegen — und keine Zeit gewesen, den Anker, der oben am Ring befestigt war, abzuschneiden. Bei der nun folgenden schweren Schleiffahrt pendelte der schwere Stahl zwischen den

Köpfen herum, daß es ein Wunder genannt werden muß, wenn niemand getroffen wurde.

Aus allen diesen Gründen nehmen also die Ballonführer jetzt keinen Anker mehr mit, und nur die Zeitungen kennen ihn eigentlich noch. — Möchten doch auch diese Zeilen dazu beitragen, daß man nicht ganz mechanisch neben das Wort „Ballonunglück" das fast gar nicht mehr dazugehörende „Anker" schreibt.

In Berliner Luftschifferkreisen erhebt sich nur noch eine Stimme für den Anker, allerdings die eines der erfahrensten Luftschiffer, und zwar wunderbarerweise die des Erfinders jener Reißvorrichtung, die den Anker verdrängte. Er hebt stets wieder hervor, daß die Reißvorrichtung nicht eine Landung am gewollten Fleck gewährleiste, daß eine solche aber bisweilen nötig sein könne, und es muß ganz objektiv anerkannt werden, daß es oft seine guten Vorteile haben mag, wenn man einen Anker mitnimmt. Aber die Thatsache, daß in den letzten Jahren Hunderte von Fahrten ohne Anker ausgefürt sind, bei denen nur ganz selten eine unglückliche Landung vorkam, die auch durch einen Anker nicht hätte vermieden werden können, sondern entweder durch Ungeschicklichkeit oder durch eine Häufung von unglücklichen Zufälligkeiten bedingt war, rechtfertigt die Gewohnheit, jetzt nur mit Hilfe der Reißleine zu landen, die sich eines guten Rufes und eines weitgehenden Vertrauens erfreut. Es kommt zwar hier und da noch einmal vor, daß sie zu fest oder zu lose geklebt wird. Im letzten Fall zwingt sie zu früher Landung, im ersteren ist die Situation aber peinlicher: Es giebt eine Schleiffahrt, die man

sonst kaum noch kennt. Einmal zerriß der Reißlappen, aber, wie eine nähere Untersuchung zeigte, bestand er nicht aus diagonal, sondern aus parallel gewebten Lagen Baumwollenstoff. Wie oben auseinandergesetzt, ist bei letzterer Anordnung ein Reißen des Stoffes ausgeschlossen.

Um die Haltbarkeit des Ballonstoffes und auch der Reißbahn zu erproben, sind sogenannte Zerreiß- und Zerplatzmaschinen konstruiert. Dabei hat sich herausgestellt, daß der Stoff einen recht starken Zug und einen Druck von 0,6 bis 0,7 Atmosphären aushält, während ihm in der Luft nur ein Überdruck von wenigen Grammen pro Quadratcentimeter zugemutet wird. Die Reißvorrichtung verringert diese Festigkeit nicht. Ein nach der Art des Reißlappens zusammengeklebtes Stück hat fast dieselbe Zug- und Druckfestigkeit als das Übrige.

Das sind doch Resultate, die auch den Ängstlichsten davon überzeugen werden, daß es gewiß keine Waghalsigkeit ist, wenn man sich so leichtem Stoffe anvertraut! Man sollte meinen, daß dadurch jedes Bedenken schwindet.

Es erübrigt sich noch, über die zur Füllung verwandten Gase einige Aufschlüsse zu geben. Im Prinzip eignen sich natürlich alle diejenigen dazu, welche leichter als Luft sind. Schon oben wurde gesagt, daß der Auftrieb eines Gases in Luft gleich seiner Gewichtsdifferenz gegen ein gleich großes Quantum Luft sei. Je kleiner nun der Auftrieb eines Kubikmeters ist, um so mehr muß man nehmen, wenn brauchbare Resultate erzielt werden sollen. Natürlich

ist es — nicht nur der Kosten wegen — erwünscht, mit möglichst kleinen Ballons zu fahren. Deshalb wird man diejenigen Gase am liebsten verwenden, die am leichtesten sind, also die größte Gewichtsdifferenz gegen Luft, den größten Auftrieb, haben. Von den leichtesten Gasen, es sind Wasserstoff, Leuchtgas, Wassergas und Ammoniak, werden natürlich eine praktische Verwendung am meisten diejenigen finden, die leicht und billig herzustellen sind, sowie weder für die Insassen noch für die Ballonhülle schädliche Wirkungen haben. Das letztere ist leider bei Wassergas und Ammoniak der Fall. Wassergas ist ein mechanisches Gemenge aus Kohlenoxyd und Wasserstoff, und das Kohlenoxyd ist jenes furchtbare Gift, das sich bildet, wenn Kohle unter ungenügender Sauerstoffzufuhr verbrennt. Man hat zwar Vorschläge gemacht, dem Wassergas seine Giftigkeit zu nehmen. Sie scheinen aber für die Luftschiffahrt bisher nicht von praktischer Bedeutung geworden zu sein. Das Ammoniak, eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, ist daher unbrauchbar, weil es die Ballonhüllen stark angreift und von Wasser in geradezu gefährlicher Weise absorbiert wird. Sobald eine genügende Menge von Wassertropfen mit dem Gase in Berührung käme, würde sämtliches Gas aus dem Ballon verschwunden sein. Der Erfolg läßt sich leicht ausmalen.

Es bleiben also, wenn wir vorläufig von erwärmter Luft absehen, nur Wasserstoff und Leuchtgas. Das bekannte Leuchtgas ist ein Gemisch von Wasserstoff und verschiedenen Kohlenwasserstoffverbindungen, wie Grubengas, Äthylen, Acetylen u. a.

Die Herstellung geschieht allgemein durch trockene Destillation der Steinkohle, doch sind die technischen Einzelheiten, besonders bei der Reinigung des erhaltenen Gases, je nach der Einrichtung der Gasfabrik so verschieden, daß Genaueres hier übergangen werden muß. Um größere Mengen oder besseres Gas herzustellen, werden fortwährend geistreiche Neuerungen eingeführt, so daß die Herstellung des Leuchtgases jetzt eine Wissenschaft für sich ist.

Sein spezifisches Gewicht, bezogen auf Luft, schwankt je nach der Herstellung und Beschaffenheit der benutzten Kohle. Im Durchschnitt rechnet man, daß Leuchtgas halb so schwer ist wie Luft, also, da ein Kubikmeter Luft 1293 Gramm wiegt, einen Auftrieb von etwa 600—700 Gramm pro Kubikmeter hat. Es giebt eine Methode, das Gewicht des Leuchtgases zu verringern, dadurch, daß man es „decarburiert". Wenn man nämlich die letzten Destillationsprozesse langsam vornehmen läßt, so erhitzt sich das Gas stark und scheidet Kohlenstoff aus. Leider lassen sich die Gasfabriken nicht gern hierauf ein, da bei der Decarburation ein Teil der Leuchtkraft eingebüßt wird.

Als unangenehme Eigenschaften des Leuchtgases sind sein Geruch und seine Wirkung auf den Organismus schwächlicher Personen zu nennen, welch letztere sich dahin äußert, daß Neigung zu Übelkeit und Kopfschmerz bedeutend unterstützt wird. Vor dem besten Ballongas, dem Wasserstoffgas, hat es den Vorzug, daß es verhältnismäßig billig und überall zu haben ist.

Das leichteste aller bekannten Gase, das auch

zugleich nur Eigenschaften hat, welche es zur Ballonfüllung sehr geeignet machen, ist das Wasserstoffgas. Es ist das keine chemische Verbindung und kein mechanisches Gemenge von Gasen, sondern eines von den Grundelementen, das in Verbindung mit Sauerstoff am bekanntesten ist: Zwei Moleküle Wasserstoff und ein Molekül Sauerstoff geben in chemischer Verbindung Wasser. Wasserstoff und Wasser dürfen also nicht miteinander verwechselt werden, worauf hinzuweisen bisweilen nicht unnötig ist. — Etwas ganz anderes, nämlich ein Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserstoff, ist dann noch das soeben besprochene Wassergas.

Der Wasserstoff ist geruch- und geschmacklos und, sobald er rein ist, für den menschlichen Organismus völlig unwirksam. Er kann auf mancherlei Weise hergestellt werden und es sind eine ganze Reihe von Methoden auch zu Ballonzwecken angewandt worden. In neuester Zeit kommen nur noch zwei Darstellungen in Betracht: Durch chemische Verbindung von Eisen und Schwefelsäure und zweitens durch Elektrolyse des Wassers. Da bei der Verbindung von Eisen und Schwefelsäure außer Wasserstoff noch giftige Gase auftreten, die schon Opfer gefordert haben, ist die elektrolytische Darstellung beliebter. Außerdem ist sie auch billiger. Nun gehören aber hierzu so umfangreiche und kostspielige Apparate, daß man nicht überall, wo Ballonaufstiege vorgenommen werden sollen, auch kleine Fabriken zur Erzeugung von Wasserstoff herstellen kann. Deshalb muß das fertige Gas versandt werden, und zwar geschieht das in kompri-

miertem Zustande und in Stahlcylindern eingeschlossen. Solch eine Wasserstoffbombe birgt — je nach Größe — 4 bis 8 Kubikmeter Gas, das unter einem Drucke von 100 bis 200 Atmosphären steht.

Ein Kubikmeter Wasserstoffgas wiegt etwa 90 Gramm, hat also in Luft, die 1293 Gramm pro Kubikmeter wiegt, einen Auftrieb von 1203 Gramm (Leuchtgas nur 600—700 Gramm). Die Grenze des Möglichen ist also, was die Füllung anbetrifft, fast erreicht, und es dürfte schon jetzt wenig ausmachen, ob von einem Kubikmeter Gas 1203 oder 1293 Gramm gehoben werden.

Durch diese einfache Überlegung wird mit einem Schlage die Hoffnung vieler „Erfinder" zerstört, die ihre „lenkbaren Ballons" in der Hoffnung konstruieren — glücklicherweise zumeist nur auf Papier —, daß bei dem vorgeschrittenen Stande der Chemie doch leicht ein Gas gefunden werden könnte, das zehnmal leichter sei als Wasserstoff. Wie oft hat man als Luftschiffer Gelegenheit, derartiges zu hören! Ja, daß zehnmal leichteres Gas gefunden wird, ist ja nicht ausgeschlossen, aber damit hat es doch noch nicht den zehnfachen Auftrieb! Der idealste Fall wäre doch, daß ein Gas garnichts wöge und dann würde es keinen größeren Auftrieb haben als 1293 Gramm pro Kubikmeter. Der Grund liegt eben in der Beschaffenheit unserer Luft und im ganzen Prinzip des Luftballons. Diese Thatsache wird viele überraschen und doch ist es so, und der oft gemachte Überlegungsfehler ist der, daß man nicht fragen darf: Wie viel mal so leicht, sondern: Um wie viel leichter ist

eine Gasmenge als ein gleich großes Volumen Luft.

Also bleiben wir schon bei unserm bewährten Wasserstoff und begnügen wir uns mit 93% des Höchsterreichbaren. Der einzige Fortschritt könnte nur ein luftleerer Raum sein, der allerdings eine kolossale Festigkeit der Hülle voraussetzte. Denn während im Innern eines mit Gas gefüllten, unten offenen Ballons stets ein Druck herrscht, welcher dem der umgebenden Luft gleich ist, würde auf jedem Quadratcentimeter einer luftleeren Hülle ein Druck von etwa einem Kilogramm lasten, den nur ziemlich dicke Metallplatten im stande wären auszuhalten. Ein solcher Ballon müßte also recht groß sein, um trotz der Schwere seiner Hülle einen lohnenden Auftrieb zu haben. Mit der Größe wächst aber wieder die Schwierigkeit, eine Metallkugel von genügender Festigkeit und Dichte herzustellen, so daß ein luftleerer Ballon niemals erbaut werden wird. Dieser würde eben 1293 Gramm Auftrieb pro Kubikmeter haben.

Da es ein überwundener Standpunkt ist, sei es gestattet zuletzt auf das erste Ballongas einzugehen: Erwärmte Luft. Montgolfier verbrannte unter dem — späteren — Füllansatze leicht brennbare Substanzen, wie Stroh ꝛc., und erwärmte dadurch die Luft im Ballon. Diese wurde dadurch leichter und verlieh der Montgolfière Auftrieb.

Wie erklärt sich das physikalisch? — Wenn man ein Gas von 0 Grad auf 1 Grad — Celsius natürlich — erwärmt, so dehnt es sich um den 273sten Teil seines ursprünglichen Volumens aus, also, wenn man

ein Kubikmeter Luft um 273 Grad erwärmt, dehnt es sich um $\frac{273}{273}$ Kubikmeter aus, das heißt: es nimmt den Raum von zwei Kubikmetern ein. — Allerdings nur wenn die Konstante 273 bis zu dieser Höhe noch Gültigkeit hätte, was hier, wo es sich nur um ein Beispiel handeln soll, angenommen werden möge. — Das ursprüngliche Kubikmeter Luft, welches wir auf 273 Grad erwärmt haben, wiegt, wenn es jetzt das doppelte Volumen hat, immer noch so viel, wie bei 0 Grad, also rund 1290 Gramm, weil die Menge ja dieselbe geblieben ist. Also ein Kubikmeter von dieser warmen Luft, die jetzt deren zweie faßt, wiegt nur die Hälfte, 645 Gramm, hat also in der kalten Luft außerhalb der Ballonhülle 645 Gramm Auftrieb.

Nun konnten natürlich nicht solch hohe Temperaturen verwandt werden. Nur bei ganz besonders haltbaren Hüllen wurden 100 Grad überschritten, also war der Auftrieb, mit dem die ersten Luftschiffer arbeiteten, unter 350 Gramm. Vergleicht man hiermit die Auftriebskräfte des Leuchtgases (600—700) und des Wasserstoffes (1200) so kann man sich denken, welche gewaltigen Ballons benutzt werden müßten, um einigermaßen große Lasten heben zu können. Natürlich war auch die ganze Manövrierfähigkeit der Montgolfièren und ihre Landungssicherheit geringer wie die der modernen Ballons, wo man bemüht ist, von der Temperatur des Ballongases unabhängig zu werden, da man sie nicht in dem gewünschten Sinne beeinflussen kann, sondern mit ihr wie mit einer unbekannten und unkontrollierbaren Größe rechnen muß. Gerade in diesem

Falle sieht man den Fortschritt, den die Luftschiffahrt im 19. Jahrhundert gemacht hat.

Auch bei den vorstehenden Erörterungen über die Ballongase sehen wir, wie überall, die am Eingange dieses Kapitels aufgestellte Behauptung von der wissenschaftlichen Grundlage der Luftschiffahrt bestätigt.

Und so muß im Anschluß hieran noch an einige andere Sätze der physikalischen Chemie erinnert werden. Von der Zusammendrückbarkeit des Gases, sowie andererseits von der Ausdehnbarkeit war schon die Rede: Sobald ein Gas unter einen höheren Druck (z. B. den der auf ihr lastenden Luftsäule) kommt, wird sein Volumen in demselben Verhältnisse verkleinert, als der Druck sich vergrößert. Das Umgekehrte tritt ein, wenn der Druck geringer wird, wie es geschieht, wenn der Ballon steigt. Im letzteren Falle wird ja die Höhe der Luftsäule, die auf ihn drückt, verkürzt und damit ihr Gewicht verringert.

Ferner ist noch eine andere Eigenschaft der Gase zu nennen, und zwar gerade eine, die in der Luftschiffahrt schwer empfunden wird: Die Diffusion durch poröse Scheidewände. Trennt eine solche „poröse Scheidewand", wie es unsere Ballonhülle trotz ihrer Dichtigkeit doch immer ist, zwei verschiedene Gase voneinander, so suchen sie sich miteinander zu vermischen und zwar durchdringt ein Gas die Wand um so leichter, je dünner es ist. Der Wasserstoff also, welcher so sehr viel dünner ist als die Luft, diffundiert durch die Hülle hindurch und infolgedessen wird die Tragfähigkeit des Ballons langsam gemindert. Diese Diffusion

ist recht merkbar und zwar um so mehr, je schlechter und älter der Ballonstoff ist. Obwohl mir Zahlen hierüber nicht bekannt geworden sind, so schätze ich doch — um die Größenordnung anzugeben — daß infolge Diffusion der Auftrieb eines noch so dichten Ballons von 1000 Kubikmeter stündlich um mehrere Kilogramm verringert werden kann.

In den Schilderungen des bei der Luftschiffahrt verwandten Materiales und seiner Eigenschaften war es natürlich nicht leitender Gesichtspunkt, die historische Entwicklung und die herrschenden Abweichungen ausführlich zu berichten. Dem Leser wird jedenfalls nur willkommen sein, wenn ich mich auf den Versuch beschränke, neben der Möglichkeit, sich von den modernen Ballons ein Bild zu machen, nur einen Einblick zu geben, mit welchen Schwierigkeiten man zu kämpfen hatte, wieweit sie überwunden sind und was noch zu thun bleibt, ferner, welche vielseitige wissenschaftliche Bildung die Vorbedingung für einen allen Anforderungen gewachsenen Luftschiffer ist. Im folgenden Abschnitte soll besprochen werden, welcher Art die speziell aëronautischen Kenntnisse sind.

C. Die Führung des Luftballons.

Auf Grund der vorhergehenden Erörterungen ballontechnischer und auch rein physikalischer Art kann jetzt dazu übergegangen werden, einige theoretische und auch einige Erfahrungssätze für die Führung eines Aërostaten abzuleiten. Natürlich handelt es sich hier fast nur um eine Führung

innerhalb der jeweiligen Windrichtung, also in der Vertikalen, nach oben und nach unten. Aber wir werden sehen, daß auch — wenngleich im beschränkten Maße — von einer Führung in der Horizontalen, nach rechts und links die Rede sein kann.

Vor der Abfahrt, also ehe die Bedienungsmannschaft die Haltetaue losläßt, wird durch Anlüften der letzteren die Tragfähigkeit des Ballons geprüft und soviel Ballast in den Korb gethan, bis nur ein geringer Auftrieb, je nach der Größe des Ballons etwa 10 bis 50 kg, übrig bleibt. Aber nicht nur von der Größe des Ballons ist der Auftrieb abhängig: Wenn das Wetter stürmisch ist und Bäume, Häuser oder Telegraphenleitungen, womöglich gar Fabrikschornsteine in der Nähe sind, so ist es nötig, den Ballon schnell aufsteigen zu lassen, also ihm großen Auftrieb zu geben.

Die Thätigkeit des Führers, welcher sich vor und nach der Abfahrt überzeugen muß, daß alles in Ordnung ist, kann verschieden sein, je nachdem der Ballon ganz oder nur teilweise gefüllt war. Während der nichtvolle Ballon unaufhaltsam steigt, bis die letzte Falte ausgefüllt ist, und solange auf keine Führung reagiert, wird der volle bald seine Ruhelage durchschießen und wieder zu fallen beginnen. Wenn dieser stets nach starkem Steigen eintretende Fall nicht sofort durch Ballastgeben pariert wird, was meist mit ganz kleinen Quantitäten möglich ist, muß die durch das Fallen schon entstandene lebendige Kraft ebenfalls durch Ballast aufgehoben, also Ballast vergeudet werden. Zwar wird dann die Gleichgewichtslage des

Ballons eine höhere, aber, wenn es sich nicht gerade um eine Hochfahrt handelt, so liegt das gar nicht im Interesse des Führers, weil der Ballon umsomehr Gas verliert, je höher er steigt. Der Leser weiß, daß Gas sich ausdehnt, wenn es in die Höhe steigt, also das Füllgas zum Teil durch den offnen Füllansatz ausgestoßen wird. Gas und Ballast, das muß jeder Führer sich klar machen, bilden aber die Energie des Ballons und müssen, soweit es sich mit den Aufgaben und Zwecken der Fahrt vereinigen läßt, mit größter Sparsamkeit und Sorgfalt behandelt werden. Zuerst geschieht das dadurch, daß man jedes eingetretene Fallen sofort durch Ballastwerfen aufhebt. Mit Recht sagte Hauptmann **Groß** in einem Vortrage: Das ganze Kunststück der Führung unter normalen Verhältnissen liegt in der richtigen Bemessung des Ballastwerfens.

Aber auch aus andern Gründen ist es falsch, einen Ballon fallen zu lassen: Da das Gas sich dabei zusammenzieht, saugt es durch den offnen Füllansatz Luft nach. Und wenn auch dieser sich sofort zusammenlegt und die Gashülle fast luftdicht abschließt, so kann man doch nicht ganz vermeiden, daß Luft hineindringt und das Gas verschlechtert. — Eine regelrechte Fahrt ist also die, bei welcher der Ballon immer langsam steigt oder doch in derselben Höhe bleibt, bis dicht vor der Landung die größte Höhe, der Culminationspunkt, erreicht ist.

Welche Mittel hat nun der Ballonführer, das Steigen und das Fallen seines Ballons zu erkennen? Wenn man mehrere hundert oder gar

einige tausend Meter von der Erdoberfläche entfernt fliegt, ist es natürlich ganz ausgeschlossen durch Vergleich mit der Erde, etwa durch Größer- oder Kleinerwerden der Objekte, eine Annäherung oder Entfernung zu erkennen, wenn sie nicht in ganz großem Maße vor sich geht. Als nächstliegendes und genauestes Merkmal ist wohl zuerst das Barometer und der Barograph zu nennen, zwei Apparate, die bei jeder Ballonfahrt mitgenommen werden. Der genaueren Beschreibung eines späteren Kapitels nehme ich vorweg, daß das Barometer den Luftdruck anzeigt und der Barograph dessen Größe in jedem Moment aufschreibt. Der Luftdruck ist ein gutes Maß für die Höhe, da er nach ganz bestimmten Gesetzen mit der Entfernung von der Erde abnimmt. Also wenn der Führer sieht, daß der Luftdruck zunimmt, so weiß er, daß sein Ballon fällt.

Doch die Barometer zeigen kleine Luftdruckschwankungen nicht sofort an, sondern die Zeiger bewegen sich oft sprungweis weiter. Wartet man also, bis ein Fallen am Barometer sich bemerkbar macht, so ist man schon 50 und mehr Meter tiefer. Zwar kann man durch stetes Klopfen am Apparat sein Nachhinken vermeiden — und nach starkem Anstieg wird man auch auf diese Weise das Umkehren des Ballons ermitteln —, aber man kann doch nicht lange Stunden klopfend am Barometer stehen. Dazu hat der Führer natürlich keine Zeit. Glücklicherweise bieten uns unsere Sinne ein gutes Mittel dar, schnelle Luftdruckschwankungen zu erkennen: Unser feinfühliges Ohr ist nämlich dafür sehr empfindlich. Ebenso wie jedes andere Gas dehnt sich natürlich auch die Luft

in unserem Körper beim Aufsteigen aus, und dadurch entsteht ein leichter Druck auf das Trommelfell, der von den meisten Menschen deutlich wahrgenommen wird. Allmählig gleicht sich der Luftdruck innen und außen aus, besonders wenn durch „trocknes Hinunterschlucken" die sogenannte Eustachische Röhre, welche vom Ohr zum Munde führt, geöffnet wird. Derselbe Druck auf das Ohr wird natürlich auch wahrgenommen, wenn der Körper aus niedrigem Druck in höhern übergeführt wird. Also zeigt das dumpfe Gefühl im Ohre nur an, daß der Ballon seine Höhenlage verändert; ob er steigt oder fällt, müssen wir auf anderem Wege in Erfahrung bringen.

Ein solches Erkennungszeichen, das bei vielen Luftschiffern allein angewandt wird, liefert uns beispielsweise das Verhalten des Füllansatzes. Es ist immer dasselbe: Beim Steigen dehnt sich das Gas aus und muß aus dem Füllansatz entweichen, was zur Folge hat, daß er weit geöffnet ist. Umgekehrt bewirkt die Saugwirkung des sich zusammenziehenden Gases ein festes Schließen desselben. Dieses geht fast augenblicklich vor sich und bietet daher eine gute Gewähr.

Nun kommt es aber nicht immer darauf an, ob der Ballon fällt oder steigt. Die Luft macht oft Wellenbewegungen und schwingt auf und nieder. Der Ballon folgt diesen Wellen genau. Wollte man Ballast werfen, wenn er bergab geht, so würde das falsch sein, da er ja selbst nach einigen Minuten wieder bergauf steigt. Es ist daher wichtig bei jedem eingetretenen Fallen des Ballons zu konstatieren, ob er mit der umgebenden Luft dabei im Gleichgewicht bleibt, ob also die Luft

mit ihm hinabsinkt. Das geschieht sehr leicht durch ausgestreute Papierschnitzel. Von diesen weiß man, daß sie in einer Sekunde nur einige Centimeter fallen. Bleiben sie also ungefähr in der Höhe des Ballons und sinken nur wenig, so ist er mit der Luft im Gleichgewicht; schießen sie aber schnell nach oben oder unten, so hat man die Gewißheit, daß er Eigenbewegung hat und — je nachdem — fällt oder steigt. Diese einfache Methode ist durch Hauptmann v. Sigsfeld dahin verbessert worden, daß er drei Sorten Papier von verschiedener Farbe und verschiedener Fallgeschwindigkeit einführte. Gehen beispielsweise die leichtesten nach oben, die schwersten nach unten, und bleiben die mittleren in der Nähe des Korbes, so weiß man, der Ballon fällt mit einer Geschwindigkeit von so und soviel Centimetern pro Sekunde. Hiernach kann man dann den Ballastauswurf leicht und genau bemessen. Die Papierschnitzelmethode ist demnach außerordentlich bequem.

Außer Ohr und Auge tritt unter Umständen noch ein anderes wichtiges Organ in Funktion: die Nase. Beim Steigen eines Ballons mit Leuchtgasfüllung kommt das aus dem Füllansatz entweichende Leuchtgas auch oft bis in den mehrere Meter darunter hängenden Korb hinab und wird dann natürlich von den Insassen durch seinen wenig angenehmen Geruch empfunden.

Ich fasse die Symptome des Steigens und Fallens noch einmal in wenige Worten zusammen: Wenn der Füllansatz über dem Korbe weit offen steht, ausgestreute Papierschnitzel in der Tiefe versinken, eigen-

tümlich taubes Gefühl in den Ohren empfunden wird und ein Gasgeruch sich im Korbe bemerkbar macht, dann kann man, ohne das Barometer zu betrachten, mit Gewißheit sagen, daß der Ballon steigt. Wenn aber die Papierschnitzel in der Höhe verschwinden, der Füllansatz fest zusammengepreßt ist, der gleiche Druck im Ohre empfunden wird, ohne daß man Gas riecht, dann wird ein Blick auf das Barometer stets lehren, daß der Ballon fällt.

Sehr schwierig ist es, einen Ballon, der einige Zeit gefallen ist, in einer tieferen Höhenlage zu halten. Beim Fallen hat sich das Gas zusammengezogen, der Füllansatz geschlossen und dadurch das Hinzutreten von Luft bis zu einem gewissen Grade verhindert. Der Ballon ist aber nun nicht mehr voll. Fängt man also den Fall durch Ballastwerfen ab und giebt ihm nur den geringsten Auftrieb, was kaum zu vermeiden ist, so steigt er unaufhaltsam bis über die frühere Höhe hinaus. Will man aus bestimmten Gründen aber tief fahren, so muß man abwechselnd Ventil ziehen und Ballast werfen, wodurch natürlich der Energievorrat bald erschöpft und der Fahrt ein Ende gesetzt wird. Diese Art des Fahrens nennt man halb scherzhaft „negatives Fahren".

Der Luftschiffer muß ein durchgebildeter Meteorologe sein, um sich nicht nur vor der Fahrt über die Wetterlage ein genaues Urteil zu verschaffen, sondern auch während seines Aufenthaltes in der Luft die meteorologischen Vorgänge unablässig beobachten,

sie für seine Fahrt verwerten oder ihre schädlichen Einflüsse rechtzeitig durch Gegenmaßnahme ablenken zu können. Er hat zu rechnen mit Sonnenschein, Niederschlägen, Schichtenbildungen und Gewittern.

Wenn der Ballon von der Sonne bestrahlt wird, erwärmt sich die Hülle und mit ihr das Gas. Die Folge ist eine Ausdehnung und damit ein Leichterwerden des Gases, was größere Tragfähigkeit und demnach ein Steigen des Ballons zur Folge hat. Die Aenderung des Auftriebs mit der Temperatur des Ballongases ist bei Leuchtgas bedeutend größer als bei Wasserstoff. Weil letzterer so sehr viel leichter ist, wird bei einer Verminderung seines spezifischen Gewichts um denselben Bruchteil diese Gewichtsdifferenz gegen Luft (Auftrieb) nicht so sehr einer Veränderung unterworfen. Die Rechnung ergiebt für Leuchtgas 2.1 Gramm Auftriebsänderung, für Wasserstoff hingegen nur 0.3 Gramm pro Grad und Cubikmeter.

Die Erwärmung des Ballongases über die Temperatur der umgebenden Luft hinaus kann ganz bedeutend sein. Es liegen Messungen von Hauptmann v. Sigsfeld vor, nach denen ein Ueberschuß von 40 bis 50 Grad C. unter Umständen zu erwarten ist. Mit einer solchen Erwärmung muß der Ballonführer aber rechnen; denn wenn eine Wolke vor die Sonne tritt, sinkt der Ballon, und es kostet große Ballastopfer, um ihn zu halten; wenn beim Abstieg in kalten, feuchten Wolken die Abkühlung eintritt, muß der Landungsballast danach bemessen sein. Umgekehrt aber kann man erwarten, daß der Ballon nach Durchstoßen einer Wolkenschicht stundenlang durch Sonnenstrah-

lung in der erreichten Höhe erhalten werden kann. Leider genügen bisher weder die Resultate über Temperaturmessungen des Ballongases, noch sind die Messungen schon allgemein eingeführt, sodaß man die Wirkung der Sonnenstrahlung auf den Ballon bisher nur schätzungsweise bei der Führung in Betracht ziehen kann. Es ist aber begründete Hoffnung vorhanden, daß gerade in diesem äußerst wichtigen Kapitel der Aërostatik die nächste Zukunft größere Sicherheit bei der Führung schaffen wird. Für die hierbei in Frage kommenden Kräfte möchte ich nur ein Beispiel aus meiner bisherigen Praxis anführen: Wir beschlossen einen Aufstieg mit einer dreiviertelstündigen Fahrt am Schlepptau und waren dicht an Prenzlau in der Uckermark herangekommen. Es wurde gerade überlegt, ob man mittels des noch verfügbaren Ballastes die Stadt überschreiten oder vorher landen solle, als die Sonne auf eine halbe Stunde durchkam, den Ballon auf 1000 Meter erhob und hinter der Stadt beim Verschwinden hinter den Wolken hinunterließ.

Wenn man an heitern Tagen bis nach Sonnenuntergang fährt, merkt man an den Ballastopfern, die nötig werden, wieviel die Erwärmung durch die Sonne ausmacht. Bei Hauptmann v. Sigsfelds Messungen der Gastemperatur, von denen soeben die Rede war, hat sich übrigens die interessante Thatsache gezeigt, daß nachts das Gas kälter ist als die umgebende Luft, was durch Wärmeausstrahlung zu erklären ist. Diese Eigenschaft des Ballongases, sich tags zu erwärmen, und nachts abzu-

kühlen, erschwert sogenannte Dauerfahrten, die sich auf mehrere Tage erstrecken sollen, im höchsten Maße. Der Ballast, welcher nachts ausgegeben wurde, um die Abkühlung zu parieren, bewirkt früh morgens ein kolossales Steigen des Ballons, wobei Gas in Menge verloren geht. Es müssen erst Mittel und Wege gefunden werden, um diese Schwierigkeiten zu überwinden, ehe derartig große Probleme wie die Nordpolfahrt Andrées zur Ausführung kommen dürfen.

Im Sommer des Jahres 1902 berichteten die Zeitungen von einer schwedischen Dauerfahrt, die leider nicht einmal einen Tag lang währte und über die Ostsee nach Rußland führte. Dieser Ballon, der von Kapitän Unge geführt wurde, war deshalb von aëronautischem Interesse, weil bei ihm die Wirkung der Sonnenstrahlung ausgeschlossen werden sollte. Er bestand zu diesem Zwecke aus zwei Hüllen, die durch Luftblasen voneinander getrennt gehalten wurden. Zwischen beiden befand sich also eine isolierende Luftschicht, die einesteils die Diffusion des Gases, andrerseits äußere Temperaturänderungen dämpfte. Wenn auch wegen der doppelten Hülle das Volumen eines Ballons erheblich vergrößert werden muß, so ist die Idee doch recht vielversprechend. Leider liegt noch kein fachmännischer Bericht vor, ob der Versuch geglückt ist. Die frühe Landung kann auch aus allzugroßer Vorsicht erfolgt sein. — Später las man wieder, daß dieser Ballon bei einer zweiten Auffahrt geplatzt sei.

Nächst den durch Sonnenstrahlung hervorgerufenen Gleichgewichtsstörungen entstehen solche infolge von Niederschlägen. Regen und Schnee haften

auf der Hülle und beschweren sie bisweilen derart, daß die Landung erfolgen muß. Tau und Reif schlagen sich auf ihr nieder; beim Durchdringen überkalteter Wolkenmassen, die unter den Gefrierpunkt abgekühltes Wasser in Tropfen enthalten, setzt sich Eis in großen Mengen an dem Seilwerk, am Korbe, den Apparaten, den Insassen und natürlich am meisten an der großen Hülle fest. Diese Belastungen veranlassen große Ballastopfer, die später, wenn die Sonne durchdringt, wieder ein Steigen des Ballons zur Folge haben. Während nun der Luftschiffer die Sonnenstrahlung hier und da mit Vorteil zu verwenden vermag, muß er sich bei Niederschlägen nur darauf beschränken, ihnen aus dem Wege zu gehen, da er eine günstige Seite ihnen nicht abgewinnen kann.

Dagegen giebt es eine Eigenschaft der Atmosphäre, welche ihm wohl stets Freude macht: ihre Neigung zu Schichtenbildungen. Es kommt häufig vor, daß zwei Luftschichten übereinander liegen, die verschiedene Temperaturen, verschiedene Feuchtigkeit und verschiedene Zugrichtung und -Geschwindigkeiten haben. Die obere Schicht wird einesteils durch thermodynamische Vorgänge erwärmt, in noch viel höherem Grade aber, wenn die untere Schicht Wolken bildet. Die obere Schicht ist also dann aus zwei Gründen leichter wie die untere: einmal, weil sie natürlich unter geringerem Luftdruck steht, und zweitens, weil sie wärmer ist. Solche Schichten werden „Stabilitätsschichten" genannt und zeichnen sich durch ein besonders stabiles Verhalten des Ballons aus. Der Ballon bleibt oft stundenlang auf ihnen liegen, er „schwimmt" auf der Dunst-

schicht, oder auf der Wolke, wie sich der Luftschiffer ausdrückt. Der Grund hierfür liegt auf der Hand: Der Ballon gebraucht einen ungewöhnlich großen Auftrieb, um sich auch in der über ihm liegenden leichten Luft zu halten und kann ungewöhnlich viel Tragkraft einbüßen, ehe er schwerer ist, als die unten befindliche schwere Luftschicht. Für Dauerfahrten sind daher solche Stabilitätsschichten recht wünschenswert und bequem. Dem fallenden Ballon setzen sie, besonders wenn die untere Schicht eine geschlossene Wolkendecke bildet, einen ganz auffallenden Widerstand entgegen. Er prallt ab, wie ein Ball auf Wasser und schwimmt auf der Wolke längere Zeit weiter. Nur durch energisches Ventillüften kann er in sie hineingebracht werden. Dann allerdings tritt Abkühlung ein und wenn der Führer nicht für genügend Landungsballast gesorgt hat, so giebt es schwere Landungen.

Der Kampf mit den Wolken ist ein wichtiges Kapitel in der Führung des Freiballons. Je nach der Art und der Dicke der vorhandenen Wolkenschichten sowie nach der Größe des Ballons und der Menge des noch vorrätigen Ballastes ist seine Durchführung ganz verschieden. Bei wechselnder Bewölkung, wo also bald Sonnenschein, bald keiner ist, muß man entschieden den oberen Rand der Wolken zu gewinnen suchen. Nämlich dadurch, daß bald Erwärmung des Gases unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung auftritt, bald im Wolkenschatten Abkühlung, verliert der Ballon beim Steigen Gas, ein Verlust, der nachher durch andauernde Ballastopfer wieder ausgeglichen werden muß. Geschieht das mehrere Male, so ist die

Energie verbraucht und die Landung muß erfolgen. Bei geschlossener Wolkenschicht, die nicht Regen oder Schnee herabschickt, muß man sich überlegen, ob die Höhe der Wolken und die Konstitution des Ballons es erlaubt, immer unter ihnen zu bleiben — was für eine Dauerfahrt am günstigsten wäre — oder ob besondere Gründe ein Durchstoßen nötig und ob die Größe des Ballons sowie die Menge des Ballastes dieses möglich machen. Ist der Führer hierbei zu einem festen Entschluß gekommen, so heißt es ihn sofort und energisch durchführen. Der Ballon muß einen raschen Auftrieb bekommen, damit er sich nicht zu sehr in der Wolke abkühlt und, falls seine neue Gleichgewichtslage noch innerhalb der Schicht liegt, dieselbe weit überschießt und womöglich dabei den oberen Rand erreicht. Hier faßt ihn dann die Sonne und hält ihn oben, treibt ihn noch weit empor, sodaß es noch stundenlang möglich sein wird die Fahrt fortzusetzen. Bleibt hingegen der Ballon in der Wolke stecken, so muß die Landung erfolgen. Auch bei diesem ganzen Manöver ist eine Kenntnis der meteorologischen Elemente durchaus nötig, um nicht in seine Rechnungen und Kalkulationen falsche Faktoren einzustellen.

Es wäre ein großer Fehler, innerhalb der Wolke den Ballon zum Stillstand kommen zu lassen, etwa in der Absicht, falls das Experiment mißlinge, noch etwas Ballast zum Weiterfahren zu behalten. Vorher muß man sich über diese Fragen klar geworden sein. Während des Kampfes mit den Wolken heißt es nur: Durchführen! und nicht mehr: Vorsichtig überlegen!

Fällt aus den Wolken Regen oder Schnee herab,

so sind sie selten hoch und es muß immer versucht werden, sie zu überschreiten, da sonst der Ballon zu schwer wird und nicht mehr lange trägt.

Ganz anders als den eben betrachteten geschlossenen Wolkendecken (stratus) steht der Ballonführer einzelnen Haufenwolken (cumulus) gegenüber. Solche Cumuli entstehen durch lokale aufsteigende Luftströme. In ihnen ist stets eine nach oben gerichtete Luftbewegung. Diese kann so stark ausgeprägt sein, daß innerhalb der Wolke heftige Wirbel entstehen; überhaupt herrschen oft starke Bewegungsverschiedenheiten. Diese erstrecken sich aber auch über den sichtbaren Teil des aufsteigenden Luftstromes — das ist die Cumuluswolke — hinaus, haben vielleicht auch neue Bewegungen der umgebenden Luft im Gefolge und so kommt es wohl, daß der Ballon die Wolke meist überspringt oder umgeht. Nur wenn ein Cumulus gewaltige Dimensionen hat, gerät er in ihn hinein. Dann beginnt der Stoff zu rauschen; der Korb pendelt hin und her; Wind wird merkbar — alles sonst ungewöhnliche Erscheinungen. Es kommt dabei vor, daß der Ballon einige tausend Meter emporgerissen wird, um dann schnell wieder hinunterzustürzen. Mit solch starken Bewegungen innerhalb der Cumuluswolke pflegen auch Gewittererscheinungen verbunden zu sein. Ein Gewitter ist ja nur die Begleiterscheinung schnell aufschießender Luftströme, ebenso wie Hagel und Graupeln. Da ist nun für den Luftschiffer ein für allemal der Satz zu befolgen: Beim Heraufziehen eines Gewitters landen! Es ist bisweilen möglich, dasselbe zu überspringen, aber nur für Ballons, die 5 Kilometer und

mehr erreichen können. Allein da man diese „Gewittertürme", wie solche schnell emporschießenden Hagelwolken genannt werden, schon bis zu Höhen von 10 Kilometern und mehr beobachtet hat, sollte man sich auf das Ueberspringen nicht einlassen, wenn bei entsprechenden Wetterlagen diese schwarzen Wolkenmassen auftreten. Es ist in den letzten Jahren mehrfach vorgekommen, daß Ballons in das wilde Durcheinander von Gewitterwolken geraten sind. Das Gas wurde teilweise aus dem Ballon herausgedrückt, der Korb drohte fortwährend sich zu überschlagen, das schwere Schlepptau kam in seinen fürchterlichen Bewegungen bis an den Ballon heran, und nach schrecklichem Auf und Nieder in schneller Abwechslung war es nur einem günstigen Zufall zu danken, daß größeres Unglück vermieden wurde. Noch gar nicht erwähnt ist dabei die große Gefahr durch elektrische Zündung. Es ist zwar ausgeschlossen, wie ich es mehrmals las, daß ein Ballon, der durch Reibung seines Stoffes negativ elektrisch geworden sei, vom Gewitter angezogen oder abgestoßen wird. Elektrische Eigenladung scheint aber der Ballon dennoch zu besitzen und deshalb ist die Wahrscheinlichkeit, daß er bei den gewaltigen elektrischen Spannungen in Mitleidenschaft gezogen wird, recht groß. Ein einziger Funken hat natürlich Explosion des Gases und damit eine schreckliche Katastrophe zur Folge. Bisher ist kein Fall bekannt, daß ein Freiballon im Gewitter explodiert ist. Verschiedene Male sind Luftschiffer durch Blitz und Donner gleichsam hindurchgefahren, ohne daß ein Unglück sich ereignet hat. Die dadurch entstandene

Ansicht, der Ballon sei gegen Blitz gefeit, welche weit verbreitet ist, vermag ich nicht mit wissenschaftlichen Gründen zu belegen. Es wird sich wohl nur um solch glückliche Zufälligkeiten handeln, wie sie oft die Ahnungslosen zu begleiten scheinen. Es muß immer wieder betont werden: Beim Anzuge eines Gewitters landen!

Nur die wichtigsten Gesetze, welche aus der Meteorologie für die Ballonführung hervorgehen, sollten hier genannt werden, gewissermaßen nur, um die Bedeutung dieser Wissenschaft für den Luftschiffer zu zeigen. Einzelheiten und gar Feinheiten erfordern größere Vorkenntnisse und sollen in kleiner Auswahl im wissenschaftlichen Teile dieses Buches erzählt werden.

Wir wollen uns jetzt einmal mit der Orientierung vom Ballon aus beschäftigen.

Sobald die Erde nicht durch die Wolken dem Blick des Luftschiffers entzogen ist, sieht man meist ohne Fernglas bis in die höchst erreichbaren Höhen hinauf Städte, Dörfer, Flüsse, Seeen, Eisenbahnlinien und Landstraßen deutlich unter sich ausgebreitet. Hat man daher gute Karten mitgenommen, so kann man ohne große Mühe den Weg des Ballons verfolgen. Am besten eignen sich dazu die Generalstabskarten 1:100000. Allerdings erfordert die Orientierung eine dauernde Aufmerksamkeit, sodaß am besten nicht der Führer selbst, sondern ein anderer Mitfahrer dieses Amt übernimmt. — Ist man allein im Korbe und hat noch irgendwelche besonderen Beobachtungen

zu machen, so muß man auf die Orientierung verzichten. — Selbst wenn man zum ersten Male im Korbe ist, wird man Dörfer und Städte leicht an dem Verlauf der Eisenbahnlinien und Landstraßen erkennen. Noch leichter ist es natürlich, wenn Flüsse und Seeen in der Nähe liegen, die ja weithin erkennbar sind und der ganzen Gegend ein bestimmtes Gepräge verleihen. Bei Ueberschreitung wichtiger Punkte, wie Flüsse, Bahnlinien und großen Städten macht man sich zweckmäßig eine kurze Notiz mit Angabe der Zeit. Ohne diese letztere wäre dieser Vermerk von geringem Werte. Nützlich ist es noch die Höhe hinzuzufügen, um allmählich ein richtiges Gefühl für Höhe und Geschwindigkeit der Bewegung sich anzueignen. Nichts ist nämlich schwerer als Geschwindigkeiten vom Ballon aus schätzen, weil die Fortbewegung des Ballons verschieden erscheint, je nach der Entfernung von der Erde. Dicht über ihr wird man sie stets überschätzen, während man in großen Höhen leicht zu der Ansicht neigt, man stehe still. Deshalb ist es bei Schätzung der Geschwindigkeit nötig, die Höhe des Ballons in Betracht zu ziehen und sich von vornherein daran zu gewöhnen, aus dem Anblick und der Schnelligkeit des Vorüberziehens von Städten und Flüssen die genannten Schlüsse zu ziehen.

Häufig aber werden Wolken die Orientierung erschweren, ja ganz unmöglich machen. Hier kann man dem Ballonführer einige Fingerzeige mit auf den Weg geben: Solange man irgend etwas Genaues erkennen kann, müssen Punkte, welche direkt unter dem Ballon liegen, nach den Karten identifiziert

und die Zeiten notiert werden, zu denen sie überflogen sind. Mißt man nun die Entfernung von zwei solchen Punkten ab, so kann man die Geschwindigkeit des Ballons berechnen. Daraus, daß man mehrere solcher Punkte „macht", wie sich der Luftschiffer einfach ausdrückt, erfährt man auch, ob sich die Geschwindigkeit mit der Höhe ändert, und ob der Wind die Tendenz hat, sich nach links oder rechts zu drehen. Nun kann man ruhig auf einige Zeit die Wolken durchbrechen. Nach dem gewonnenen Material rechnet man aus, wann der Ballon große Städte, die durch ihr Geräusch erkannt werden, überfliegen wird; sobald ein Eisenbahnzug sich dem Gehör bemerkbar macht, berechnet man, ob er auf dieser oder jener Linie dahinfährt und schlägt womöglich im Kursbuch nach, ob wirklich um diese Zeit ein Zug dort verkehrt. Aber auch wenn man die Stadt oder den Zug nicht im Augenblick identifizieren kann, versäume man keinesfalls einen Vermerk in sein Notizbuch zu machen, wiederum mit genauer Angabe der Zeit. Nach der Landung wird es stets möglich sein, den Weg danach zu bestimmen. Oft wird die Wolkendecke unter dem Ballon nicht vollkommen geschlossen sein. Hier und da bekommt man dann die Erde zu Gesicht und dann ist die Gelegenheit zu benutzen, entweder die Orientierung wieder zu finden und einen neuen Punkt festzustellen, oder doch wenigstens die Flugrichtung mit Hilfe eines Kompasses, den der Luftschiffer natürlich immer zur Hand hat, zu bestimmen. Oft wird es glücken, durch eifriges Beobachten die Orientierung über den Wolken im Großen zu behalten.

Es kommen natürlich Wetterlagen vor, bei denen man stundenlang über Wolken fahren muß, ohne auch nur den geringsten Anhaltspunkt für die Gegend zu bekommen, über welche der Ballon hinwegfliegt. Dieser Mangel ist oft empfunden und viele Luftschiffer haben Mittel und Wege gesucht, teilweise auch gefunden, eine Positionsbestimmung im Ballon auch ohne Sicht der Erde zu ermöglichen. Um die Schwierigkeiten hierbei recht zu erkennen, muß man daran denken, daß es innerhalb von Wolken, über gleichförmigen Wolkendecken, bei Nacht und über dem offenen Meere ganz unmöglich ist, die Flugrichtung zu bestimmen. An einem Kompasse kann man zwar sehen, wo Norden ist. Ob sich aber der Ballon ebenfalls in dieser Richtung bewegt, oder in irgend einer andern, das festzustellen hat man keinen Anhalt, weil ein feststehendes Objekt fehlt, gegen das man eine relative Verschiebung bestimmen könnte. Solange man die Erde sieht, faßt man einen bestimmten Punkt ins Auge, der etwa in der Verlängerung der Linie Auge—Schlepptau liegt. Nach einer Weile wird man merken, daß diese Visierlinie nicht mehr den alten Punkt, sondern einen andern trifft. Die Richtung der Verbindungslinie dieser beiden Punkte auf der Erde vergleicht man mit dem Kompaß. Wie soll man aber Derartiges in den Wolken machen? — Wir haben noch keinen Apparat, der uns hierüber Klarheit verschaffte, sondern müssen uns auf andere Weise zu helfen wissen.

Da lehrt uns nun die Astronomie, aus der Stellung der Gestirne, besonders der Sonne, bestimmte Schlüsse auf den Ort zu ziehen, an dem wir uns befinden. Da-

mit wäre die Frage ja gelöst, wenn wir nur die feinen Meßapparate der Astronomen mit hinaufnehmen und auch — und da liegt eben die Schwierigkeit — mit der nötigen Genauigkeit beobachten könnten. Bei dem fortwährenden Sichdrehen des Ballons, den kleinen Schwankungen des Korbes, die durch Bewegungen der Insassen entstehen und nicht zu vermeiden sind, ist aber leider eine stabile Aufstellung und ordnungsmäßige Einstellung der Apparate auf die betreffenden Beobachtungsobjekte gar nicht möglich. Hauptmann v. Sigsfeld hat auch hierin eine Reihe von Versuchen gemacht, die dann lange Jahre liegen geblieben sind und gerade wieder aufgenommen werden sollten, als ihn sein Beruf zum Opfer forderte. Er hatte 1887 eine sinnreiche Vorrichtung zur horizontalen Aufstellung eines Spiegels zur Messung von Stern-, hauptsächlich Sonnenhöhen erdacht und wollte mit Hilfe der sogen. Sumnermethode den Ort, besonders die geographische Breite bestimmen. Die Resultate entsprachen noch nicht seinen Anforderungen; auch waren die Apparate zu umständlich und kostspielig, um allgemein eingeführt werden zu können. In letzter Zeit ist nun ein recht einfaches Instrument zur Messung der Sternhöhe ohne Spiegel konstruiert, ein Libellensextant, mit dessen Hilfe man hoffen kann, den Ort des Ballons auf 20 Kilometer genau zu bestimmen. Das wird im allgemeinen genügen.

Hauptmann v. Sigsfeld hat für tief fahrende Ballons eine andere Methode angegeben, um zuerst Fahrtrichtung und Geschwindigkeit, damit aber auch den Ort festzustellen. Die Vorrichtung ähnelt dem

Grundlog des Seemannes. An einer langen Schnur, die um eine Trommel gewickelt ist, wird ein Sandsack hinuntergelassen, der sich auf der Erde verfängt. Die Schnur rollt nun weiter ab und an einem Zählwerk wird gemessen, wieviel Meter in der Sekunde ablaufen. Damit hat man die Geschwindigkeit.

Hierbei möchte ich noch kurz darauf hinweisen, daß in letzter Zeit auch der Erdmagnetismus zur Ortsbestimmung herangezogen worden ist. Die Anregung ging von Professor Eschenhagen, dem bekannten Erdmagnetiker, aus. Es sind schon Apparate konstruiert und auch im Ballon geprüft. Ich denke, sie werden sich gut bewähren.

Durch manche Zufälligkeiten kann ein geschickter Ballonführer, der sich eben aller Mittel zu bedienen weiß, die Orientierung über Wolken bekommen. Hauptmann v. Sigsfeld schloß einmal aus dem plötzlichen Aufhören und späteren plötzlichen Wiederbeginnen eines Eisenbahngeräusches, daß ein Tunnel in der Nähe sei, der dann auch identifiziert wurde. — Als einmal Granaten um unsern Kopf herumschwirrten, wußten wir, daß unter uns der Artilleriescharfschießplatz Jüterbog liege. Und so wird jeder Luftschiffer einige Anekdoten hinzufügen können. Wenn Gebirge über die Wolkendecke hinüberragen, ist die Orientierung leicht, man darf sich aber niemals verleiten lassen, ferne Cumuluswolken für Gebirge anzusehen, was selbst einem Bergsteiger sehr leicht passieren kann, da die Ähnlichkeit bisweilen überraschend ist. Überhaupt soll man Wolken nicht zur Orientierung benutzen, da sie selbst sich bewegen. Nur wenn man

ihre Zug-Richtung und -Geschwindigkeit genau kennt, darf man es wagen.

Beim Durchbrechen von Wolken- und Dunstschichten ist darauf zu achten, ob sich von einer Seite her Luftzug bemerkbar macht. Das ist ein Zeichen dafür, daß der Ballon mit der Geschwindigkeit und Richtung der untern Schicht in eine neue mit anderen Bewegungsverhältnissen hineingeschossen ist. Da beim Steigen die obere Windrichtung diejenige ist, die der Ballon jetzt auch annehmen wird, so bedeutet Wind von links, daß die Flugrichtung des Ballons sich nach rechts dreht; Wind von vorn, daß die Geschwindigkeit kleiner wird. Das übrige erklärt sich daraus in gleicher Weise. Erfahrene Luftschiffer achten scharf auf solche nur wenige Augenblicke währenden Winde beim Uebergang aus eine Schicht in eine andere und bemerken sie auch sofort. Für die Bewahrung der Orientierung sind sie natürlich von größter Wichtigkeit und müssen mit Zeit und Höhenangabe notiert und in Rechnung gezogen werden.

Man sieht, daß es also schon eine ganze Reihe von Methoden giebt, ohne Sicht der Erde die Orientierung zu erhalten. Sie stecken zum Teil noch in den Kinderschuhen, doch geht das der Luftschiffahrt trotz ihrer langen Geschichte nicht viel besser. Die astronomischen und erdmagnetischen Maßnahmen lohnen sich auch nur bei Dauerfahrten, das heißt Fahrten, die länger als einen Tag währen. Für gewöhnliche Tagesfahrten kommen sie nicht in Betracht. Gelingt es bei solchen nicht, die Orientierung zu bekommen und liegt die Gefahr nahe, daß die See erreicht wird —

letzteres ist in Norddeutschland bei längeren Fahrten wohl stets der Fall —, so muß man frühzeitig unter die Wolken gehen. Der Ballon fällt, wird am Schlepptau abgefangen und man fragt Leute, wo man sich befindet. Die stets wiederkehrende Frage, die man schon aus einigen hundert Metern Höhe hinunterruft, ist: „Wie heißt die nächste Bahnstation?" — Wenn man nämlich nach dem Orte fragt und bekommt vielleicht die Antwort: „Altdorf", so ist man genau so klug wie vorher, und es wird eine neue Frage, in welcher Provinz dieses Altdorf liegt, nötig, zu der oft gar keine Zeit vorhanden ist. Die nächste Bahnstation weiß aber jeder und im Kursbuch findet man das Nähere. Ein Kursbuch ist selbstverständlich immer im Korbe.

Der Leser, welcher vorhin, als zum ersten Male von der Führung eines nichtlenkbaren Freiballons die Rede war, belustigt mit den Achseln gezuckt hat, wird schon jetzt, noch ehe wir zum wichtigsten Führungsakte, der Landung, gekommen sind, eine hohe Achtung vor den Anforderungen bekommen haben, die an einen Ballonführer gestellt werden. Ihm soll jetzt gezeigt werden, daß man auch unsern Kugelballon mit einfachen Mitteln nach seiner Absicht lenken kann, natürlich nur in kleinem Maße; sonst wäre ja das weltbewegende Problem der Lenkbarkeit gelöst.

Die Richtung eines Schiffes, das eigene Bewegung besitzt, ändert man dadurch, daß man eine Fläche, die fest mit ihm verbunden ist, schräg zur Fahrtrichtung stellt. Das Wasser übt auf diese Fläche, das Steuer, einen Druck aus, der sich auf

das ganze Schiff übertragen muß. Das Prinzip ist sehr einfach. Warum hatten aber die Leute keinen Erfolg, die es auf den Ballon anwenden wollten? — Der Grund ist der, daß ein Freiballon, wie wir ihn bisher stets betrachtet haben, keine Eigenbewegung besitzt, sondern von der Luft mitgeführt wird. Ein Schiff zieht durch das Wasser dahin, vom Winde, vom Ruder oder von einer Maschine getrieben, ein Ballon bleibt aber zur umgebenden Luft — wenn er sich nicht vertikal bewegt — still stehen: Er zieht mit der Luft dahin. Er ist zu vergleichen mit einem Boote, das in der Strömung treibt. Auch das gehorcht dem Steuer nicht, weil es keine eigene Bewegung hat. Sobald man aber einen Motor in feste Verbindung mit dem Ballon bringt, der eine Luftschraube, ähnlich den Schiffsschrauben, dreht, wird er auch auf Steuerung reagieren. Nun, das wäre also der „lenkbare Luftballon", der längst erfunden und auch schon in mehreren Exemplaren geflogen ist. Es sind nur noch technische Schwierigkeiten dabei zu überwinden.

Diese zur Lenkbarkeit nötige Eigenbewegung kann man einem Ballon auch auf andere, ganz einfache Weise geben, nämlich durch die Reibung des Schlepptaues am Boden. Sie verringert die Geschwindigkeit des Ballons, giebt ihm sozusagen eine Eigenbewegung rückwärts. Die Folge ist, daß Luft am Ballon vorbeifliegt und dabei Segelflächen, die mit dem Ballon starr verbunden sind, zur Seite zu drücken sucht. Durch das schwere nachschleifende Schlepptau ist dem Ballon aber eine ganz bestimmte Stellung vorgeschrieben, deshalb kann er

durch die seitlich angebrachten Segel nicht gedreht, sondern nur seine Flugrichtung nach links oder rechts verschoben werden. Solche Segelfahrten sind auch schon ausgeführt worden. Es hat sich dabei gezeigt, daß die Möglichkeit besteht, den Ballon um einige Grade aus seiner Richtung abzulenken. Ueber Wasser sind die Bedingungen weit günstiger. Wir werden über diese Versuche, sowie über Andrées „Abtrieb-vorrichtungen" auf Eis in späteren Kapiteln Ausführlicheres hören.

Oft kann man noch auf eine andere Weise die Fahrtrichtung beeinflussen. Als oben von Stabilitätsschichten die Rede war, wurde erwähnt, daß solche Grenzflächen zwei Luftschichten von verschiedener Zuggeschwindigkeit und -Richtung voneinander trennen. So kann es vorkommen, daß die untere Schicht nach Nordosten zieht, während die obere südöstliche Richtung hat. Will man nun nach Osten kommen, so hält man den Ballon eine Zeit lang in der untern Schicht, bis der zur Landung ausgesuchte Punkt im Südosten liegt. Dann ist der Zeitpunkt gekommen, sich durch die höhere Schicht nach Südosten tragen zu lassen, um nun — wenn alles richtig berechnet und abgepaßt ist — in der Nähe des betreffenden Punktes die Landung auszuführen.

Wie erfährt man aber, welche Windrichtungen in der oberen Schicht herrschen? Das einfachste Mittel hierzu ist die Beobachtung der Wolken, sofern solche vorhanden sind. Sind aber sichtbare Körper, die mit dem Winde ziehen, nicht von selbst in der Luft, so muß man eben einen hinaufsenden. Es wird also

ein kleiner Ballon — sogenannter Pilotballon — aufgelassen, dessen Zugrichtung solange beobachtet wird, bis der Pilot verschwunden ist. — Sonst kann man auch nach früheren Erfahrungen bei Ballonfahrten und nach theoretischen Erwägungen die Drehung des Windes mit der Höhe vorausberechnen. Andernfalls muß man es eben auf einen Versuch ankommen lassen. Im allgemeinen ist diese Art der Lenkbarkeit recht schwierig. Nur bei günstigen Verhältnissen kann man daraus wirklichen Nutzen ziehen. Außerdem erfordert sie einen vorzüglich vorgebildeten Ballonführer, der besonders den meteorologischen Verhältnissen Rechnung zu tragen weiß.

Nach diesen Erörterungen wird man den Eindruck bekommen haben, daß von einer Führung des Freiballons und sogar von einer gewissen Lenkbarkeit sehr wohl die Rede sein kann.

Auf Vorschlag des Majors Moedebeck teilt man die Fahrten je nach der angewandten Art der Führung ein in Dauerfahrten, Hochfahrten, Weitfahrten, Schnellfahrten, Zielfahrten und Schleppfahrten. Die Dauerfahrt ist zweifellos diejenige, bei der ein Ballonführer am besten sein Wissen und seine Geschicklichkeit zeigen kann. Einen Ballon mehrere Tage ununterbrochen führen, dabei auf jede der vielen Kleinigkeiten achten, von denen hier berichtet ist, um die Energie des Gefährtes bis auf den letzten Rest zur Verlängerung der Fahrt zu verwenden, das ist eine Aufgabe von großem Reiz. Die Regeln für Dauerfahrten sind hauptsächlich: Ballon tief halten (um kein Gas unnütz entweichen zu lassen) und mit dem Ballast

bis aufs äußerste geizen. Man erreicht das am besten durch Schleppfahrten. Sie sind zu unterscheiden von Schleiffahrten. Während bei letzteren der Korb die Erde berührt, liegt bei Schleppfahrten nur das Tau teilweise auf dem Boden. Dadurch wird ein Höhersteigen des Ballons ebenso erschwert wie ein Fallen, weil sich im ersten Falle ein entsprechender Teil des schweren Taues vom Boden erhebt und also vom Ballon getragen werden muß, dieser beim Fallen aber dadurch entlastet wird, daß die Erde jetzt einen größeren Teil des Taues zu tragen hat. Obgleich ein Ballon am Schlepptau außerordentlich gut fährt und sich allen Unebenheiten des Terrains — bis auf eine gewisse Trägheit — anpaßt, so ist doch eine stete Aufmerksamkeit nötig, die mit der Zeit recht ermüdet. In Wäldern kann sich das Schlepptau leicht festsetzen, über Häuser zu schleppen ist gefahrbringend, Telegraphenleitungen müssen geschont werden, ebenso Plantagen, Weinberge ꝛc.

Es ist hier an der Zeit eine äußerst geistreiche Einrichtung zu erwähnen, die wegen ihrer Einfachheit vielfach Anwendung gefunden hat: Das Ballonet. Zuerst war es der französische General Meusnier, der den Vorschlag machte, in dem Ballon einen andern kleinen mit Luft gefüllten Ballon anzubringen, der durch eine Luftpumpe vom Korbe aus gefüllt werden konnte. Er wollte dadurch das Traggas komprimieren und infolgedessen den Auftrieb verringern. Wenn es aber möglich ist, die Kompression nach Belieben zu variieren, so könnte man ohne Ballast und ohne Ventil fahren, was in jener Zeit auch noch durch die Ver-

bindung von Montgolfière und Charlière, die Rozière, angestrebt wurde.

Das Ballonet hat sich auch ohne Kompression des Gases als brauchbar bewiesen. Als das Prinzip des Luftballons entwickelt wurde, sind zwei verschiedene Typen genannt worden, der Ballon mit konstantem Volumen und veränderlicher Gasmenge (der aufsteigende vollständig gefüllte Freiballon) und umgekehrt, der Ballon mit konstanter Gasmenge und variabeln Volumen (der teilweise gefüllte aufsteigende, sowie der fallende Ballon). Das Ballonet bietet nun die Möglichkeit, die Vorteile beider zu vereinen, indem ein unten geschlossener Ballon mit einem Luftsack versehen wird, der stets soweit gefüllt wird, daß sich die Hülle in prallem Zustande befindet. Ein solcher Ballon mit konstanter Gasmenge und konstantem Volumen — wobei unter Volumen der Inhalt der Hülle inklusive Ballonet verstanden ist — würde in jeder Höhe leicht im Gleichgewicht gehalten werden können, besonders aber auch, wenn er aus größerer Höhe herabgestiegen ist. Wir erinnern uns, daß bei den gewöhnlichen Ballons hierbei nur das unangenehme „negative Fahren" mit abwechselndem Ventil- und Ballastgebrauch Platz greifen kann. Die Bedeutung des Ballonets für Dauerfahrten liegt also auf der Hand und bei wichtigeren aëronautischen Expeditionen wird es daher auch stets benützt.

Eine interessante Methode des Dauerfahrens während der Nacht hat A. Berson auf einer Fahrt nach Südrußland angewandt: Er ließ den Ballon aus seiner Höhe langsam herabfallen bis dicht über

den Erdboden. Mit möglichst wenig Ballast fing er den Fall ab, und der nun nicht mehr volle Ballon stieg bis über seine vorige Höhe hinauf, kehrte dann um, wurde wieder abgefangen und so ging es die ganze Nacht durch. — Abgesehen von dem Ballastopfer am Abend beim Aufhören der Sonnenstrahlung ist eine Nachtfahrt mit außerordentlich geringem Ballastverbrauch ins Werk zu setzen. Ein Unterschied von den Tagesfahrten macht sich darin geltend, daß der Ballon schnell steigt und langsam fällt, während tags das Umgekehrte der Fall ist. Alles dieses macht Nachtfahrten sehr interessant, umsomehr, als man für die große Anstrengung und Ermüdung oft durch wunderbare Sonnenauf- und -Untergänge belohnt wird. Die Orientierung ist allerdings erschwert. Jedoch wird man einesteils leicht astronomische Bestimmungen machen können, andererseits sieht man große Städte mit ihrem Lichtmeer auf kolossale Entfernung, 70 Kilometer und mehr.

Hochfahrten stellen im allgemeinen weniger Anforderungen an die Fähigkeit, destomehr aber an die Konstitution des Luftschiffers. Die Orientierung wird leichter durch Wolken erschwert, besonders weil die Geschwindigkeit mit der Höhe überwiegend größer wird; die physiologischen Einflüsse großer Höhen sind ferner Beeinträchtigung der Überlegungsfähigkeit, der Kraft und der Energie des Hochfahrers. Hierüber werden wir uns später noch genauer unterhalten.

Weitfahrten und besonders Schnellfahrten sind an sich keine besonderen Leistungen des Luftschiffers, da sie lediglich von der Schnelligkeit des

Windes abhängen, auf die er keinen Einfluß hat. Wie soeben schon gesagt wurde, nimmt die Geschwindigkeit meist nach oben hin zu, insofern würde die Weitfahrt eine Verquickung von Hoch- und Dauerfahrt sein. Schnellfahrt nennt man eine Weitfahrt, der nach Uebereinkunft örtliche oder zeitliche Grenzen gesetzt sind.

Bei der noch übrigbleibenden Art, der Zielfahrt, ist das anzuwenden und in die Praxis umzusetzen, was wir von der Lenkbarkeit des Ballons ausgeführt haben. Es wird bestimmt, daß der Ballon in möglichster Nähe von einem genannten Orte landen soll. Dieser muß natürlich ungefähr in der Windrichtung liegen.

In Frankreich, wo der Ballonsport in größerem Maße von Privatpersonen ausgeübt wird, als das in Deutschland der Fall ist, haben schon mehrmals Wettfahrten in den oben bezeichneten Fahrtmethoden stattgefunden, bei denen anerkennenswerte Resultate zu Tage gebracht sind. Hoffentlich wird auch bei uns die Luftschiffahrt so populär, daß derartige Wettbewerbe ausgeschrieben werden können.

Wie eine Ballonfahrt stets durch eine Landung beendigt wird, so soll am Schlusse dieser Erörterungen über die Führung eine Betrachtung darüber angestellt werden, wann, wo und wie Landungen vor sich gehen. Es ist entschieden eins der wichtigsten Kapitel der praktischen Luftschiffahrt, vielleicht sogar das wichtigste, da es sich hierbei um die Vermeidung der einzigen Gefahren handelt, die bei einer Luftschiffahrt

heute noch in Frage kommen. In der Luft giebt es nur zwei gefährliche Möglichkeiten, das Platzen des Ballons, verursacht durch zu starkes Steigen und zu engen Füllansatz, und weiterhin das Gewitter. Alle anderen Gefahren drohen nur durch die Nähe der Erde, also vor und bei der Landung.

Die Frage, wann gelandet wird, entscheidet zumeist die Ballastmenge. Geht der Vorrat auf die Neige, so reserviert man eine bestimmte Menge für die Landung, lieber zu viel als zu wenig. Mit dem übrigen versucht man eine Eisenbahn zu erreichen, oder doch jedenfalls eine Ortschaft. Ist dieser für die Fahrt selbst noch verfügbare Ballast nun zu Ende und die Gegend erreicht, wo die Landung vollzogen werden muß, so läßt man den Ballon aus seiner Höhe fallen, wenn es nötig ist, durch Ventillüften. — Es muß dafür gesorgt werden, daß der Fall nicht zu schnell vor sich geht, d. h. nicht mehr als 2 bis 3 Meter pro Sekunde. — Währenddessen wird im Korbe alles klar gemacht und fleißig Ausschau gehalten, wohin sich der Ballon wendet. Gewöhnlich beschreibt er — wie später erklärt werden soll — einen kleinen Bogen nach links, mit dem man schon von vornherein rechnen kann. Genaueres ersieht man ja aus den Richtungsänderungen, die beim Aufstieg vorgekommen sind. Einige hundert Meter über dem Boden wird das Terrain genau rekognosziert — besonders natürlich der in der Flugrichtung gelegene Landschaftsstrich — und der Entschluß gefaßt, an einer bestimmten Stelle zu landen. Jetzt muß alles schnell gehen! Der Ballon fällt, bis das Schlepptau die Erde berührt, vorsichtig

wird Ballast geworfen, ja nicht zuviel, damit der Ballon nicht wieder in die Höhe geht! Falls er Miene dazu macht, sofort energisch Ventil! Jetzt erhält man den Ballon im langsamen Fallen und klinkt die Reißleine aus, dicht vor dem Aufprall kommt das Kommando: Achtung, Klimmzug! Jeder zieht sich an den Tauen etwas empor und, sobald der Stoß abgefangen ist, wird der Ballon binnen wenigen Sekunden aufgerissen. Das ist der gewöhnliche Gang bei durchschnittlicher Windstärke.

Wir müssen auf die Einzelheiten bei der Landung noch etwas näher eingehen.

Die Erleichterung des Ballons durch den Landungsballast oder Bremsballast, die stets nötig ist, wird dadurch notwendig, daß das Gas sich beim Fallen zusammenzieht. Bis auf kleine Temperatureinflüsse behält ja jedes einzelne Kubikmeter Gas seinen bestimmten Auftrieb bei, da es sich in gleicher Weise wie die Luft verdichtet, aber es sind nach dem Fallen eben weniger Kubikmeter vorhanden. Dieser Verlust muß also durch Ballastgeben ersetzt werden. Die Menge des Landungsballastes richtet sich also in erster Linie nach der Größe und erreichten Höhe des Ballons. Sie kann genau berechnet werden, wenn man über die Temperaturen und Feuchtigkeitsverhältnisse sowohl der Luft als auch des Ballons Bescheid weiß, sowie die Schnelligkeit des Fallens in Betracht zieht. Es giebt eine Ballastformel von Renard, die aber nur eine teilweise Richtigkeit besitzt, da sie nur für mittlere Temperaturverhältnisse gilt und den letzten der angegebenen

Punkte, besonders aber die Temperatur des Ballongases nicht berücksichtigt. Wollte man nun aber alle diese Punkte in die Formel einsetzen, so würde sie ihre Uebersichtlichkeit und ihre Brauchbarkeit für den Luftschiffer verlieren, da man im Ballon nicht Zeit hat Berechnungen anzustellen. Da ist es schon besser, nach praktischen Erfahrungen seinen Landungsballast zu bemessen und lieber etwas reichlich zurück zu behalten. Bei ungünstigen meteorologischen oder Terrainverhältnissen, beispielsweise, wenn Wolken zu durchfahren sind, oder die Gegend sumpfig ist, behält man eben entsprechend mehr zurück. Sollte man dann bemerken, daß der vorhandene Ballast dennoch nicht genügt, so hat man immer eine Menge Sachen von geringerem Wert an Bord, die hinausgeworfen werden können: die leeren Säcke, die Haltetaue, wenn es not thut auch die Schutzdecke, in der man die Ballonhülle verpackt, den sogenannten Verpackungsplan.

Die Luftschiffer berechnen ihren Ballast also nicht nach Formeln, sondern schätzungsweise nach praktischen Regeln. Für einen Ballon von 1300 Kubikmeter Inhalt rechnet man für das Kilometer Höhe einen Sack (à 15 Kilogr.) in schwierigen Verhältnissen vielleicht $1^1/_2$ Sack. Geübte Führer kommen mit weniger aus, und wenn man die Erfahrung gemacht hat, daß jedesmal nach der Landung einige Säcke nutzlos ausgeschüttet werden müssen, so hat man auch einige Berechtigung dazu seiner Vorsicht Zügel anzulegen. Es ist deprimierend, wenn man einsehen muß, daß die Energie des Ballons nicht ganz ausgenützt ist und man noch einige hundert Meter in vertikaler, einige

Kilometer in horizontaler Erstreckung mehr hätte erreichen können. Und doch sollte man sich sagen, daß dieser Fall viel besser ist, als der entgegengesetzte, wenn der Ballast nicht ausreicht und die Glieder der Mitfahrenden den Leichtsinn des Führers büßen müssen.

Es soll nun Antwort auf die Frage gegeben werden, wo zu landen ist.

Wenn irgend möglich, sucht man sich zur Landung freies Feld, Heideland oder Wiesen aus. Der Anprall ist auf weichem Boden auch bei starkem Winde nicht gefährlich, wenn man eben die nötigen Klimmzüge macht. Gefrorene Wiesen und Eis erhöhen die Gefährlichkeit des Stoßes ganz außerordentlich. Der Unterschied zwischen einer Landung auf weichem und gefrorenen Terrain ist viel größer, als man denken sollte, daher gehört letzteres zu dem möglichst zu meidenden Gelände.

Das Hauptgewicht ist darauf zu legen, daß keine Gebäude in der Flugrichtung liegen. Wenn es nämlich aus irgend einem Grunde eine Schleiffahrt giebt, der Ballon also den Korb auf dem Boden hinter sich herschleift, ist es höchst gefährlich, gegen Mauern geschlagen, über Dächer gezerrt zu werden und nachher von oben wieder herunter zu stürzen. Aus diesem Grunde besteht die Regel: Stets *hinter* einer Ortschaft landen!

Bebaute Felder meidet der Luftschiffer, um keinen Flurschaden zu machen. Der Fleck, auf dem der Ballon liegt, ist zwar nicht groß, aber erfahrungsgemäß wird der größte Schaden durch den Zulauf von Leuten hervorgerufen, die teils helfen, meist aber

nur sehen wollen. Von allen Seiten kommen sie her, vor allem eine Unzahl Kinder, und steuern natürlich durch Getreide und sonstige Feldfrüchte direkt auf den Landungsplatz zu. Auch für den durch sie entstandenen Flurschaden wird der Luftschiffer verantwortlich gemacht. Und wenn auch oft durch die Liebenswürdigkeit des Besitzers kein pekuniärer Verlust damit verknüpft ist, so respektiert man doch stets den Fleiß und die Hoffnung des Landmannes.

Seeen, Flüsse, mit Wasser bedeckte Wiesen, Sümpfe und Moor sind weniger gefährlich, als unangenehm. Außerdem kann das Material nicht so leicht geborgen werden. Deshalb wird stets versucht, solche Strecken zu überschreiten. Erfahrungsgemäß schwimmt Ballon und Korb nebst Inhalt so gut, daß man schwimmend sich immer noch lange über Wasser halten kann. Aber in den kalten Jahreszeiten ist solch unfreiwilliges Bad, nach dem man sich meist nicht einmal trockene Kleider anziehen kann, kein großes Vergnügen.

Sollte man in Gebirge kommen, so muß man beobachten, wie Windstärke und -Richtung durch die Formationen geändert werden. Es treten dabei bisweilen große Veränderungen ein, in Schluchten und Thälern häufig Wirbel. Deshalb ist es schwer, wenn man eine gute Landungsstelle in der augenblicklichen Fahrtrichtung erblickt hat, auch wirklich den Ballon dort zum Landen zu bringen. Ganz besondere Umsicht und Schneidigkeit ist dabei notwendig. Eine gute Regel kann hierzu angeführt werden: Man suche ein Thal zu erreichen, das quer zur Windrichtung steht.

In diesem ist meist Windstille. Es ist jedoch nötig, das Gebirge am Schlepptau zu überschreiten, um auch sofort landen zu können.

Wald ist im allgemeinen zu vermeiden, so besteht die Vorschrift. Bleibt die Hülle auf den Bäumen liegen und wird vom Winde hin- und hergerissen, so wird sie stark beschädigt. Beim Bergen sind dann Bäume zu fällen, in denen sich womöglich der Ballon noch festgehakt hat, sodaß er oft total zerrissen und unbrauchbar wird. Dennoch könnte ich von einem Falle erzählen, wo wir bei schwerem Sturm uns die Augen ausgesehen haben nach einem Walde, um die Apparate und uns selbst zu retten. Es kam keiner und — tags darauf berichteten die Blätter von einem schweren Ballonunfall.

Der Wald ist für den Luftschiffer selbst ungefährlich und wird darum bei großem Sturm aufgesucht. Der Korb sinkt dann zwischen den Baumkronen durch und setzt sich meist auf die Erde, während die Hülle oben liegen bleibt. Jedenfalls ist ein scharfer Stoß und eine lange Schleiffahrt bei richtiger Führung unmöglich. Man kann schon hoch über den Bäumen aufreißen und sich fallen lassen. In demselben Augenblicke, wo der Korb die Baumkronen berührt und die Hülle sich legt, ist auch schon vom Winde das Gas herausgepreßt und die Schleiffahrt verhindert. Darum, wenn wirklich Not ist, nicht gezögert und hinein in den Wald! Es ist besser, daß der Ballon als seine Insassen beschädigt werden.

Nun noch einige Einzelheiten über das „Wie" der Landung! Vor oder auch während des Fallens werden

alle Apparate gut verpackt und entweder in die Taschen und angebrachten Vorrichtungen fest verstaut, oder — was meist noch besser ist — an den Tauen, welche den Korb tragen, aufgeknüpft. Sie bekommen dann nicht so starke Stöße. — Was nicht im Korbe untergebracht werden kann, wird außerhalb und zwar an der Seite befestigt, wo sich das Schlepptau befindet. Wir werden gleich sehen, warum. Die Sandsäcke werden hereingenommen und so aufgehängt, daß man sie leicht bekommen kann. Man muß darauf achten, daß Ventil- und Reißleine klar sind, und nach dem Aufsetzen des Schlepptaues die letztere ausklinken. Dazu gehört ein starker Ruck.

Nun hat der Führer, der während des ganzen Abstieges nicht durch Bemerkungen gestört werden soll, anzuordnen, wie sich die Insassen im Korbe verteilen sollen. Das Beste ist, wenn sich alle an der Schlepptauseite aufstellen können und sich schon während der Fahrt am Schlepptau in den Stricken halten, da leicht, besonders wenn sich das Seil in Bäumen verfängt, Stöße vorkommen. Die Schlepptauseite ist darum die ungefährlichste, weil der Ballon durch die Reibung des Taues am Boden stets so gedreht wird, daß diese Seite hinten ist, und der Korb also auf die gegenüberliegende fallen muß. Diese Seite heißt die Schleifseite und ist oft innen ausgepolstert. Beide, Schleif- und Schlepptauseite des Korbes, müssen länger sein als die beiden andern, damit sich der Korb während der Landung nicht so leicht dreht. Man stellt sich auch darum gern auf die Schlepptauseite, weil die andere zuerst den Boden be-

rührt. Der Körper bekommt dann den Stoß durch die federnde Kraft des Weidengeflechts etwas gemildert und nicht so urplötzlich.

Dabei ist noch eine ungewollte und wenig erfreuliche Eigenschaft des Schlepptaues zu nennen: Während es zuerst durch Gewichtserleichterung des Ballons seinen Fall mildert und durch Reibung seine Geschwindigkeit verringert, wird bei frischem Winde diese Reibung, je mehr es aufliegt, um so größer und schließlich so groß, daß es den Freiballon fast zum kugelförmigen Fesselballon macht, der durch Wind niedergedrückt wird. Die vertikale Geschwindigkeit, die zuerst abnahm, nimmt also im letzten Augenblick wieder zu, sodaß der Anprall verschlimmert wird. Bei schwachem Winde hingegen, oder gar bei Windstille ist die Wirkung des Seiles, das Fallen zu verringern, weit größer und um so merkbarer, je näher der Korb der Erde kommt. Überhaupt sind die angenehmen Eigenschaften des Schlepptaues von derartiger Wichtigkeit, daß dieses eine Bedenken nicht ins Gewicht fällt, zumal die Beschleunigung des Fallens bei mittlerer Windstärke nicht sehr bedeutend ist. Bei Ankerlandungen, die früher ausnahmslos und auch jetzt noch hier und da im Gebrauch sind, ist natürlich diese letztgenannte Wirkung des Windes noch viel heftiger. Kurz bevor der Korb die Erde berührt, wird der Anker ausgeworfen oder am Schlepptau entlang gleiten gelassen, bis er am Puffer festsitzt. Jetzt schleift er über den Boden hinüber und gräbt sich tief ein — der Freiballon ist jetzt plötzlich Fesselballon. Es giebt einen starken Ruck, der das Seil

zerreißen kann, und darauf den scharfen Anprall auf den Boden, weil der Wind ja einen Fesselballon zu Boden wirft. Denselben Grad wie bei Ankerlandungen erreicht die Beschleunigung des Falles auch, wenn das Schlepptau sich in den Bäumen oder ähnlichen Gegenständen verfängt. Das kommt aber nur ganz selten vor und deshalb ist die moderne Landung ohne Anker ungefährlicher.

Heutzutage hat man dicht vor dem Anprall auf nichts anderes zu achten, als auf sich selbst. Ballastwerfen hat in den letzten 10—12 Metern keinen Zweck, da der Ballon darauf nicht so schnell reagiert. Die Folge wäre nur, daß man nach dem Anprall wieder aufstiege, vielleicht sogar mit aufgerissenem Ballon, und dann von neuem einen Stoß auszuhalten hätte, der viel stärker würde, als der erste. Im Gegenteil soll man, um ein Wiederaufspringen zu verhindern, lieber etwas Ventil ziehen oder schon vorher etwas anreißen. Dieses letztere empfiehlt sich besonders bei stürmischem Wetter. Bei Windstille oder mäßigen Windstärken läßt man den Korb ruhig aufstoßen, um dann schnell die Reißbahn herunter zu holen. Der Korb bleibt ja dabei aufgerichtet stehen, ohne umzufallen. Bei Sturm hingegen kippt der Korb sofort und richtet sich nicht mit derselben Gewißheit noch einmal auf, die bei ruhigem Wetter vorhanden ist; denn der starke Wind drückt das Gas beim Anprall aus dem Ballon heraus und vernichtet die Tragkraft. Jetzt müßte man also am Boden liegend die Reißleine ziehen, was — besonders anfangs — nicht leicht ist, zumal bei Schleiffahrten noch auf Hindernisse acht

gegeben werden muß. Daher besteht die Regel: Bei Sturm schon vor dem Aufsetzen anreißen!

Für die Insassen ist während der Landung ein großes Maß von Selbstzucht erforderlich. Eisige Ruhe und Entschlossenheit, Aufmerksamkeit und schnelles Handeln muß vom Führer, kaltes Blut und Gehorsam von den andern Teilnehmern verlangt werden. Die Bedienung der einzelnen Landungsapparate wird früh genug verteilt. Der Führer soll entweder nur kommandieren oder höchstens noch die Reißleine übernehmen, letzteres besonders, wenn nur Neulinge im Korbe sind.

Auf eins muß großes Gewicht gelegt werden und man sollte stets vor der Landung noch einmal daran erinnern: Es ist Ehrensache, nicht eher den Korb zu verlassen, als bis der Führer es befiehlt. Sobald beispielsweise bei einer Schleiffahrt der Anker gefaßt hat und einen Augenblick Ruhe eintritt, darf doch niemand herausspringen, ehe der Ballon vollkommen ungefährlich daliegt. Bei dieser großen Gewichtserleichterung könnte er sonst von neuem mit den Zurückgebliebenen die Schleiffahrt fortsetzen. Nur der Führer hat zu entscheiden, ob der Ballon genügend entleert ist.

Die obige Regel gilt aber nicht nur für Ankerlandungen. Auch bei solchen, die nur mit Hilfe der Reißvorrichtung ausgeführt werden, kommen Situationen vor, wo der Anfänger aussteigen zu können glaubt. Er darf es nicht thun ohne direkten Befehl des Führers. Weiterhin wird es den Mitfahrenden zur Ehrenpflicht gemacht, sich beim Anprall festzuhalten,

um nicht aus dem Korbe geschleudert zu werden. Wenn der Ballon noch genügend Gas hat, kann er durch diese Erleichterung um mehrere hundert Meter steigen, womöglich schon halb aufgerissen, um dann natürlich mit entsetzlicher Wucht wieder herunterzustürzen. Nicht immer kann es kontrolliert werden, ob der Betreffende mit oder ohne eigene Schuld hinausgeschleudert ist und deshalb muß man an seine Ehre appellieren.

Überschlagen wir zum Schluß noch einmal alles über die Ballonführung Gesagte, so können wir unterscheiden zwischen einer Führung im großen und im kleinen. Unter Führung im großen ist zu verstehen: Auswahl des Tages und der Tageszeit der Abfahrt; Bestimmung der Methode der Führung, der Höhenlage des Ballons; Entscheidung, ob man unter Wolken bleiben oder sie durchbrechen will; Positionsbestimmung unter erschwerten Verhältnissen; eventuelle Lenkbarkeit des Ballons und generelle Auswahl des Landungsplatzes. Sie erfordert in außergewöhnlichem Maße eine physikalische und meteorologische Durchbildung und sichere Beherrschung der Ballontechnik.

Jedoch ist die Führung im kleinen durchaus nicht zu unterschätzen: Die fortwährende Beobachtung des Fallens und Steigens, der Orientierung, der meteorologischen Elemente, inklusive Sonnenstrahlung und Niederschläge. Besonders aber verlangt die geschickte und sichere Ausführung der Landung Umsicht, Ausdauer und Geschicklichkeit, wie keine andere sportliche Thätigkeit.

Wie mutet uns nach diesen Überlegungen die Thatsache an, daß es eine Unzahl Laien giebt, die auch den sportlichen Luftschiffer zu dem Genre der Seiltänzer und Akrobaten rechnen! Möchten diese Zeilen ihren Zweck erfüllen und Aufklärung schaffen. Nicht Geringschätzung und Gleichgültigkeit, nein, hohe Achtung gebührt dem militärischen, wissenschaftlichen und sportlichen Luftschiffer!

Drittes Kapitel.

Fahrtbeschreibungen.

Wir wollen nun eine Ballonfahrt machen. Auch die ängstlichen Leser werden nicht zurücktreten. Ich werde mit besonderer Vorsicht führen und dabei doch noch Zeit haben, auf alle neuen Eindrücke aufmerksam zu machen.

Wir können noch nicht einsteigen, weil der Ballon „fertig gemacht" wird. Er ist über Nacht in der großen Ballonhalle mit Leuchtgas gefüllt, und zwar vollständig; denn sonst würden wir, wie wir ja schon wissen, solange steigen, bis er ganz voll ist, und nicht mit genügender Muße alle Einzelheiten beschauen und besprechen können. Die vorzüglich geschulten Ballonmannschaften holen das Ungetüm heraus und bringen es auf den großen freien Platz. Dort steht schon der Korb, umlagert von allerlei Gerät, inmitten einer stattlichen Zahl der kleinen Sandsäckchen. Schon ist der eiserne Ring am Korbe befestigt, an diesem wieder das eine Ende des Schlepp-

taues, das auf dem Boden ausgelegt ist, und zwar nach der Richtung hin, welche der Ballon einschlagen wird. Es ist heute Westwind, also liegt das Schlepptau nach Osten zu. Dies geschieht aus dem Grunde, weil dann beim Aufstiege der steigende Ballon das Schlepptau fast ohne Reibung nach und nach emporhebt. Der Ballon kommt näher, von 30 Leuten an den Leinen gehalten, in die das Netz ausläuft. Der untere Maschenrand zählt — sagen wir — 270 Maschen. Von jeder hängt ein Strick herab und je drei von solchen Leinen gehen in eine stärkere über. Die Verbindungsknoten, von denen also nach unten ein, nach oben drei Seile ausgehen, werden wegen der Ähnlichkeit mit dem Fuße der Vögel, der nach vorn drei, nach hinten eine Zehe hat „Gänsefüße" genannt. Warum gerade die Gänse die Ehre hatten, zu dieser Bezeichnung herangezogen zu werden, weiß ich nicht. Jedenfalls haben alle Ballons des Preußischen Luftschiffer-Bataillons in Berlin, denen Vogelnamen, wie Albatroß, Bussard, Condor, Dohle, Elster, Falke, Geier und so nach dem Alphabet weiter gegeben sind, Gänsefüße. Man denke: Die Dohle mit Gänsefüßen!

Einige Meter unter den letzten Netzmaschen befinden sich also 90 Gänsefüße und zwar sind dieses die kleinen; denn die resultierenden 90 Enden werden auf gleiche Weise durch noch stärkere zusammengefaßt in den „großen Gänsefüßen". Das sind also 30 an der Zahl. In ihnen hängen beim Transport des gefüllten Ballons Sandsäcke von dem üblichen Gewicht von 15 Kilogramm (s. Fig. 4).

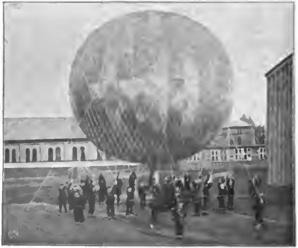


Fig. 5. Transport eines Freiballons von der Ballonhalle zum Platz des Aufstiegs.



Fig. 6. Berlin SW. aus 2000 m Höhe (Belle-Allianceplatz).



Fig. 7. Malchin, Stadt von 7000 Einwohnern in Mecklenburg, aus 5000 m Höhe.



Fig. 8. Berlin aus 2000 m Höhe. Wolkenschatten. Viktoriapark am Kreuzberg.

„Ballon halt", tönt das Kommando. Der Trupp ist nahe beim Korbe angelangt und beginnt die von den großen Gänsefüßen ausgehenden Auslaufleinen am Ringe anzuknebeln. Dabei ist zu beachten, daß die Reißbahn sich auf derselben Seite mit dem Schlepptau befindet, damit nicht bei der Landung, wo die Schlepptauseite obenauf zu liegen kommt, der Stoff durch Auflegen auf den Boden ein Öffnen der Reißbahn und also ein Entweichen des Gases verhindert. Auf alle derartigen Dinge muß scharf geachtet werden, um die Sicherheit der Landung sowohl, wie der ganzen Fahrt zu erhöhen. Die Gashülle ist inzwischen an dem Ringe und also auch dem Korbe befestigt. Das Wetter ist etwas stürmisch und darum geschieht das Hochlassen derselben ganz allmählich. Bei ruckweisem Emporlassen würde die Möglichkeit vorhanden sein, daß der Ballon einige Seile des Netzes zerrisse und davonflöge.

Nun ist er oben und pendelt über dem durch Sandsäcke und Menschen beschwerten Korbe langsam hin und her. Vom Winde zur Erde gedrückt, bäumt er sich wie ein Vollbluthengst, der den Aufbruch nicht erwarten kann. Nur mit der größten Anstrengung kann er an den Haltetauen gebändigt werden. Schnell werden die Apparate an den Korbleinen befestigt, der Proviant hineingelegt, die Karten, Kompaß, Legitimationspapiere und einiges Werkzeug stecken in einer Ledertasche, die im Innern festgeschnallt wird. Ein kurzer Händedruck, ein Gruß verabschiedet uns von den Freunden, welche die Liebenswürdigkeit hatten, uns „die letzte Ehre zu geben". Behend

schwingt sich ein jeder durch alle Taue und Stricke hindurch über den Korbrand hinweg.

Da ist es eben noch ein ungemütlicher Aufenthalt. Überall stehen Sandsäcke im Wege, der Ballon ist sehr unruhig und schlägt die angehängten Apparate um unsere Köpfe, biegt den Korb hin und her, sodaß man sich festhalten muß. Es wird noch der Auftrieb geprüft. Ein ruhiger Moment wird abgewartet, dann läßt die Bedienungsmannschaft auf das Kommando „Anlüften" die Haltetaue etwas nach. Da der Ballon nur schwach Miene macht, emporzusteigen, wird er noch um einen Sack erleichtert. — Nun kann es losgehen! „Laßt los" und „Aufziehen" sind die letzten Kommandos, dann steigen wir ziemlich schnell auf. Als Führer hat man sich rasch davon zu überzeugen, daß sich der Füllansatz ordentlich geöffnet hat. „Glück ab!" schallt es herauf und hinunter. — Der wunde Punkt, die Landung, wo man oft ein wenig Glück gebrauchen kann, kommt bezeichnenderweise im Luftschiffergruße zum Ausdruck. —

Wir schweben. — Während der Führer dafür sorgt, daß das Schlepptau frei wird, und den Anstieg am Barometer verfolgt, wird im Korbe alles etwas praktisch angeordnet. Die Säcke können zum Teil nach außen gehängt werden, man einigt sich über die Plätze, besonders aber sieht man zu, wie das Häuflein Menschen am Aufstiegsorte immer kleiner erscheint und schließlich nicht mehr zu erkennen ist. Dann blickt man um sich herum. Ja, da hat man so viel zu schauen, so viele neue Eindrücke zu be-

wältigen, daß man nicht gleich Herr der ganzen Situation ist. Als Führer muß ich da etwas nachhelfen.

Am auffälligsten und meist auch am unerwartetsten ist die absolute Ruhe und Windstille. Eben wurde der Ballon noch auf der Erde vom Winde herumgezaust, daß man den mutigen Entschluß, mitzufahren, fast bereute, dann kam der immer etwas aufregende Moment der Abfahrt, wobei der Ballon in so geringer Höhe über den Boden hintrieb, daß man seine große Geschwindigkeit bequem mit den Augen erkennen konnte. Und als das nun vorüber war, herrschte Ruhe. Wir sind in der als unstabil und unruhig bekannten Luft, die mit Recht noch trügerischer und weniger vertrauenswert genannt wird, als Wasser. Um uns herum ist nichts als Luft. Kein fester Gegenstand in der Nähe, der unserm leichten Gefährt einen sichern Halt böte. Und doch macht alles den Eindruck eiserner Ruhe: Dicht über uns der große, gelbe, runde Ballon, dessen Füllansatz sich beim Steigen weit geöffnet hat. Von ihm herab geht das starke Seilwerk; es trägt den Korb, dessen hohe Wand uns bis an die Brust reicht und so sicher erscheint. Starr hängt die schwere Last herunter, unbeweglich, ohne Schwanken und Pendeln, nur schwach erzitternd unter den Bewegungen der Insassen. Wem vorher wirklich etwas beklommen zu Mut war — es ist leicht erklärlich —, nach wenigen Augenblicken gewinnt er seine Ruhe wieder, hier oben, wo alles Ruhe und Sicherheit zu atmen scheint.

Der Grund für die Windstille im Ballon ist leicht

erkennbar, wenn man sich nur einmal vorstellt, was Wind ist. — Man möge über diese Zumutung nicht lächeln; es ist Thatsache, daß viele Menschen niemals hierüber nachgedacht haben. — Wind ist überhaupt nichts Thatsächliches, es ist bewegte Luft oder — genauer ausgedrückt — bewegte Luft, die an einem feststehenden Objekte vorüber streicht. An unsern Ohren ruft dies ein Brausen hervor, wie, wenn man über die Öffnung einer leeren Flasche hinweg bläst. Die Kleider werden bewegt, sie flattern „im Winde", und wir fühlen einen gewissen Druck gegen unsern Körper, genau wie im fließenden Wasser. Wenn wir „vor dem Winde" segeln, bemerken wir ihn nicht so sehr, wenn wir „gegen den Wind" laufen, stärker, weil die relative Bewegung des Körpers gegen die Luft im ersten Falle vermindert, im letzten verstärkt wird. Wind fühlen wir also, wenn die uns umgebende Luft eine andere Richtung und Geschwindigkeit hat, als wir. Wie ist es aber im Freiballon? Der hat keine Eigenbewegung, die Luft nimmt ihn mit sich fort, treibt ihn vor sich her und zwar mit derselben Geschwindigkeit, mit der sie selbst sich bewegt. Eine relative Bewegung des Ballons gegen die umgebende Luft ist also gar nicht vorhanden, und so lange dieselbe gleichmäßig fließt — und wenn es mit der größten Geschwindigkeit geschähe —, ist dennoch niemals Wind von einer Seite zu spüren. Nur im vertikalen Sinne hat der Ballon eigene Bewegung, man kann ihn fallen und steigen lassen, und dabei giebt es allerdings etwas Zug von unten oder oben.

„Und doch glaube ich eben etwas Wind bemerkt

zu haben," sagt einer der Korbinsassen. Als Führer lobt man diese Beobachtungsgabe und giebt die Erklärung, daß wir im langsamen Steigen eine Dunstschicht durchbrochen haben und in eine Luftströmung geraten seien, die eine andere Richtung habe, als die untere, in der wir vorher flogen. Der Übergang geht sprungweise vor sich und dadurch wird einen Augenblick lang ein Luftzug bewirkt, bis der Ballon die Geschwindigkeit der neuen Schicht angenommen hat. Schnell wird am Kompaß bestimmt, daß wir uns mehr nach Süden gewandt haben, und dabei auf die Trübung der vorher so klaren Luft durch den oberen Rand der Dunstschicht hingewiesen. Von der Erde aus sah die Luft so klar und rein aus. Seit einiger Zeit aber bemerkte das geübte Auge die beginnende Trübung über dem Ballon, erkannte auch bald unter der Sonne den hellen Rand, der am Horizont den ganzen Himmel zu umziehen scheint. Darauf kommt der Luftzug und gleich danach sieht man die scharf abgeschnittene obere Grenze des Dunstes. Rings um uns herum geht der Kreis, unter der Sonne ist er ganz hell, ihr gegenüber fast schwarz, dazwischen durchläuft er alle Nüancen des Grau. — Was das ist? — Schmutz, Staub und Rauch der Erde, der am Tage unter der Wirkung der Sonnenstrahlung aufsteigt und Wasser an sich kondensiert. Von unten sind diese Dunstschichten meist unsichtbar, weil sie nur ganz dünn sind und man in der geringsten Erstreckung durch sie hindurchsieht. Wenn man sich aber in gleicher Höhe mit ihnen befindet, versperren sie die Aussicht auf den Horizont. Steigt man höher,

so fallen sie wieder weniger auf. Sie kommen wohl immer vor, wenn der Himmel unbewölkt ist und zwar meist mehrere übereinander in größerem oder geringerem Abstande bis in hohe Regionen.

Da das Thermometer über der Dunstschicht eine höhere Lufttemperatur anzeigt, als in der unteren Schicht, so haben wir eine Stabilitätsschicht, die wir aus dem vorigen Kapitel kennen. Die Führung des Ballons ist jetzt sehr einfach, da er, ohne große Aufmerksamkeit zu beanspruchen, auf der Dunstschicht weiter schwimmt.

Die Sonne ist jetzt höher gekommen und strahlt kräftig auf den Ballon und seine Insassen herab, sodaß uns bald unsere Kleidung zu warm wird. „Es ist entsetzlich heiß,“ stöhnt einer, „Sie haben ja da ein Thermometer. Wie viel Grad sind es wohl?“ — Als die Antwort lautet: 8 Grad Celsius, herrscht allgemeines Erstaunen. Man hat etwa auf 25—30 Grad taxiert. Das ist eine der angenehmsten Folgen der Windstille. Wir alle kennen die Thatsache, daß es in der Sonne wärmer ist, als im Schatten — eine Wirkung der Sonnenstrahlen —, daß diese Strahlung aber nicht so stark empfunden wird, wenn durch heftigen Wind steter Luftwechsel stattfindet. Nicht die Luft ist es ja, die durch die Sonnenstrahlen erwärmt wird, sondern nur sichtbare Gegenstände, die eine möglichst rauhe, dunkle Oberfläche haben. Luft wird hauptsächlich durch Leitung erwärmt, dadurch, daß die infolge Strahlung erhitzten Gegenstände ihre Wärme an die sie berührende Luft abgeben. Wenn

also möglichst viel Luft an solchen bestrahlten Körpern vorüberzieht, nimmt sie einen Teil der Wärme mit sich weg. Im Ballon ist es aber nicht der Fall; die durch Berührung mit Menschen und Sachen erwärmte Luft bleibt im Korbe und wird nicht durch andere ersetzt. Daher schreiben sich die hohen Temperaturen im Ballonkorbe, die in starkem Gegensatz stehen zu den wahren Lufttemperaturen der umgebenden Schichten. Um diese zu messen, muß also ein Thermometer weit vom Korbe entfernt aufgehängt werden. — Doch ich will den diesbezüglichen Ausführungen im folgenden Kapitel nicht vorgreifen.

Die Sonnenstrahlung wird immer stärker, je höher man steigt. Die Luft mit ihren Trübungen absorbiert einen Teil davon und oben, wo die Sonnenstrahlen nur teilweise die Atmosphäre durchlaufen haben, ist dieser absorbierte Teil eben noch gering und die Strahlung weniger geschwächt als am Boden. Diesem Umstande gemeinsam mit der Windstille im Ballon ist es zu verdanken, wenn der Hochfahrer bei Temperaturen bis 50 Grad unter dem Gefrierpunkte noch existieren und sogar beobachten kann. Müßte er diese unglaubliche Kälte ungemindert aushalten, so würden auch die wärmsten Pelze ihn nicht vor dem Erfrieren schützen.

Diese angenehmen Eigenschaften der Windstille und der damit verbundenen ungehinderten Erwärmung durch Sonnenstrahlen kommen natürlich bei Fesselballons und den lenkbaren Luftschiffen in Wegfall. An beiden streicht fortwährend Luft vorüber und zwar mehr oder weniger schnell, wodurch eine

stetige Abkühlung bis auf die Temperatur der umgebenden Luft bewirkt wird. Es ist dieses ein Grund dafür, die lenkbaren Ballons für größere Höhen und damit für viele Arten wissenschaftlicher Messungen unbrauchbar erscheinen zu lassen. Dasselbe erfolgt ferner noch aus der stetigen Bewegung, in welche lenkbare und Fesselballons durch den Wind gebracht werden müssen. Der Freiballon ist frei von Schwankungen und dadurch auch für feine Meßmethoden verwendbar. Der wissenschaftliche Luftschiffer hat also wenig oder gar kein Interesse an der „Lenkbaren Luftschiffahrt". Er ist zufrieden, im Freiballon dahin getragen zu werden, wohin der Wind geht, wenn er dabei nur unter erträglichen Umständen seine Untersuchungen anstellen kann. — Außerdem ist es im Kugelballon doch viel gemütlicher. Wenn es ein wenig in hohe, kalte Regionen geht, sorgt man für Warmhaltung des von der Sonne nicht beschienenen unteren Teiles des Körpers durch Filzstiefel und warme Kleidung und überläßt die sonstige Heizung der lieben Sonne.

Die Erfahrungen bei unserer Ballonfahrt widersprechen sehr den Vorstellungen des Laien. Er denkt sich, wie schrecklich kalt und windig es da oben sein muß, wie einem bei den Geschwindigkeiten, mit denen Luftschiffer oft fortgetrieben werden, ordentlich der Atem vergeht. Und dabei ist das Gegenteil der Fall. Es ist ruhiger und angenehmer als auf der Erde.

Eine Frage wird an den Luftschiffer immer gestellt: Ob ihn nicht Schwindel befiele, wenn er aus der großen Höhe herabschaue. — Ich habe noch nie-

mand kennen gelernt, ja auch noch von niemandem gehört, der im Ballon schwindlig geworden sei, ohne daß ich den Grund dafür anzugeben wüßte. Vielleicht wird man dann schwindlig, wenn den an exponierter Stelle Stehenden der Gedanke an Hinunterfallen überkommt, der ja nahe liegt. Das Gefühl, daß man — im Falle eines plötzlichen Verlustes der Herrschaft über sich selbst — verloren wäre, könnte man unter Schwindel verstehen. Im Ballon würden diese Vorbedingungen nicht erfüllt sein, da die hohe Korbwand ja ein Hinunterfallen verhindert. Mehr Berechtigung scheint mir aber die Erklärung zu haben, daß dem Luftschiffer jeder Anhalt für seine Höhe fehlt, da er nicht mit der Erde in Verbindung steht. Wenn man von einem hohen Felsen herab seine Augen an dem schroffen Abhang hinunterschweifen läßt, so bekommt man einen Begriff von der Gefährlichkeit seiner Stellung. Die Notwendigkeit, seine Augen in kurzen Zeiträumen und bei geringen Bewegungen im Weiterblicken auf schnell sich ändernde Entfernungen akkomodieren zu müssen, leitet vielleicht schon das Gefühl des Schwindels ein. Vom Ballon aus betrachtet man ferner die Landschaft da unten als etwas ganz Fremdes, das gar nicht zum Beobachter gehört, etwa wie eine Landkarte, und genau so sieht sie ja auch aus. Ich glaube aber nicht, daß schon einmal jemand beim Betrachten einer Landkarte schwindlig geworden ist.

Also auch dieser Grund, den ängstliche Gemüter gegen die Luftschiffahrt anführen, trifft nicht zu, sondern sie erweckt thatsächlich nur angenehme Empfin-

dungen. Sie müßte geradezu ärztlich empfohlen werden als Heilmittel für Nervenschwäche. Es giebt nämlich für unsere Großstadtnerven nichts Beruhigenderes und Heilsameres, als eine Fahrt im Freiballon in geringen Höhen bei gutem Wetter und mit anschließender sanfter Landung. Nur schwach dringt der Lärm der Erde herauf. Lokomotivenpfiffe, das taktmäßige Aufschlagen des Dreschflegels und Hundegebell werden noch am weitesten vernommen. Über 3000 Meter hört aber auch dieses auf und es herrscht eine wunderbare Stille, die niemals auf der Erde möglich sein kann. Etwas wird das Ohr unten stets vernehmen. Dort oben aber ist das ewige, tiefe Schweigen. Auf jeden wirkt es; auf den härtesten Charakter, wie auf den blasierten Gecken. Gedankenvoll und ergriffen stehen sie am Korbrande oder hängen sich mit den Armen in das Seilwerk, um die schöne Einsamkeit zu genießen, um einmal wieder zu träumen und zu schwärmen. Man wird wunderbar weich im Luftballon, erschließt sich vertraulich dem Korbgenossen, den man vielleicht zum ersten Male sieht. Fremd bestieg man den Korb. Wenn man aber nach der Landung übereinander auf der Wiese liegt, ist es, als sei man seit langem befreundet. —

Holla, das kommt vom Träumen! Da ist der Ballon aus seiner Stabilitätsschicht herausgekommen und im scharfen Fallen begriffen. Schnell einen halben Sack Ballast hinaus! — Es reicht noch nicht, also noch den Rest! — Jetzt kehrt er endlich um, konstatiere ich klopfend am Barometer. Hätten wir aufgepaßt, so wären wir mit einem vierten Teile ausgekommen

und hätten nicht im Barogramm diese häßliche Einbuchtung der Fahrtkurve. — Nun, die Neuigkeiten, die wir mittlerweile gelernt haben, waren schon ein Opfer wert.

Der Ballon ist infolge des notwendig gewordenen Ballastopfers über die Stabilitätsschicht hinausgeschossen und steigt nun unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung immer höher. Das zeigt uns ein ziemlich intensiver Leuchtgasgeruch. — Wir sind jetzt über 1000 Meter hoch, und etwas unter uns beginnt schon langsam die Bildung von Wolken, wie sie mittags oft beobachtet werden kann. Das sind zwei Gründe, die uns veranlassen, schnell noch einen Anblick der Erde zu genießen, so lange sie nicht durch eine geschlossene Wolkenschicht verdeckt wird, die nach der Wetterlage zu erwarten ist.

Am liebsten möchte man gar nicht in gebundener Ausdruckweise über die Aussicht schreiben, welche der Luftschiffer von seinem hohen Beobachtungsorte aus in ungestörter und behaglicher Ruhe bewundern darf. Sie ist erhaben über alle Schilderungen. Wie auf einer Landkarte, aber plastischer, lebenswahrer sieht man Städte, Dörfer, Wälder und Felder unter sich ausgebreitet. Jedes Haus, jede Straße erkennt man bis auf 3, ja 4 Kilometer Höhe. Menschen nur bis höchstens $1^1/_2$ Kilometer. Doch bis in die höchsten erreichten Schichten ist die Erde — wolkenlosen Himmel vorausgesetzt — mit allen Einzelheiten ihrer Oberfläche für das unbewaffnete Auge so gut sichtbar, daß eine Orientierung unschwer möglich ist.

Der Anblick ist aber um so schöner, je tiefer der Ballon zieht. Um so mehr kann man den großen Überblick über die ganze Gegend in Zusammenhang mit einzelnen idyllischen Plätzen bringen; kann vergleichen, wie der am Boden haftende Erdenpilger die Gegend sieht, und welchen gewaltigen Eindruck sie auf den freien Sohn der Lüfte macht. Die Flüsse mit ihren bebauten Ufern, darauf kleine und große Schiffe, die langsam ihre Straße ziehen, scharfe Linien auf dem Wasser zurücklassend; Seen verschieden an Größe und Gestalt, in denen sich die Sonne spiegelt, so daß man die kleinen Wellen deutlich erkennen kann; die Eisenbahnlinien als regelmäßige Striche über das ganze Land hinweg, der etwas gewundenere Verlauf der Landstraßen — alles so unerwartet deutlich und übersichtlich! — Hier und da erscheinen einzelne Gehöfte mitten in ihren fruchtbaren Feldern. So reinlich sehen sie von oben aus. — Und dort ein großes Rittergut, darin ein Schlößchen im wohlgepflegten Park mit Rasenplätzen und Schwanenteichen.

Einen ganz besonders netten Anblick gewähren Festungen, von Forts umgeben. Die scharfen Konturen der Wälle heben sich so gut ab, die Panzertürme mit den Geschützen, die Laufgräben und Wasseranlagen. Die alte Festungsstadt selbst läßt deutlich ihre Entwicklung im Laufe der Jahrhunderte erkennen. Zuerst bestand sie nur aus dem mittelsten Teil, wo die Straßen krumm und eng sind. Später kam jenes Viertel dazu, dessen Mittelpunkt ein großes Gebäude — wahrscheinlich ein Kloster — ist. Weiter ziehen sich die Straßen, abermals wird der Platz innerhalb der



Fig. 9. Ballon von einem anderen, höherstehenden, aus gesehen.



Fig. 10. Nauen im Havelland (8000 Einwohner).

Mauern zu eng. Die Stadt sprengt ihren Gürtel, und nun entstehen die vielen neuen Stadtteile dort. Als auch um diese herum schützende Wälle aufgeworfen sind, kommt das Aufblühen der Industrie. Nun müssen Fabriken gebaut werden und nahe dabei Beamten- und Arbeiterwohnungen. Es entstehen lange Straßen, die ängstlich parallel dahinlaufen und sich von Zeit zu Zeit genau rechtwinklig schneiden. Unwillkürlich vergleicht man mit der Altstadt. Welch Gegensatz! — Solche Gedanken drängen sich in Hülle und Fülle dem sinnenden Menschen auf.

Wie interessant ist es nun, wenn man Gegenden überfliegt, die man genau kennt, Wälder und Fluren, in denen man sich als Kind herumgetummelt hat! Das Auge wird die Plätze suchen, an die sich Erinnerungen knüpfen. Das elterliche Haus ist ein besonders beliebter Zielpunkt. Natürlich ist es selten, daß man gerade seine Heimat zu sehen bekommt. Jedesmal vor der Abfahrt steigt wohl der Wunsch auf, diese bestimmte Luftströmung zu treffen. Aber wie oft sieht man vergebens nach Windfahne und Wolken; sie künden andere Fahrtrichtungen an. Nun, wenn man ein wenig umhergekommen ist, findet man bei jeder Fahrt bekannte Gegenden. Und wenn man gerade in eine ganz unbekannte verschlagen wird, so kann es auch nur angenehm sein, die geographischen Kenntnisse zu erweitern.

In der Heimatskunde wird der Luftschiffer allmählich sehr beschlagen; denn Gegenden, die man einmal im Ballon überflogen hat, prägen sich dem Gedächtnis fest ein. Man sieht Flüsse,

Städte und Seen, die man an ihrer äußern Gestalt sofort wiedererkennen muß; man achtet auf ihre Lage zu einander, und hat ja auch Zeit, diese sich genau zu merken. Von weitem sieht man schon das besonders ins Auge fallende Terrain auftauchen; langsam nähert man sich und überfliegt es; aber lange, wenn längst schon neue Punkte aufgetaucht sind, kann man es immer noch am Horizont erkennen. Das fortgesetzte Vergleichen der Richtung des Ballons, das ewige Abwarten, ob die Stadt links oder rechts liegen bleibt, die Aufmerksamkeit, an welchem Punkte der Fluß überflogen wird, alles trägt dazu bei, sich ein deutliches Bild der Gegend zu machen. Wenn nicht gerade wissenschaftliche Beobachtungen den Luftschiffer in Anspruch nehmen, kann er wirklich während der ganzen Fahrt nichts Besseres thun, als die Erde zu beschauen, die in stetig wechselnden Bildern immer aufs neue, ohne ermüdend zu wirken, sein Beobachtungsinteresse erweckt und ihn zum Nachdenken anregt.

Eine Fahrt im Spätherbst über die Lüneburger Heide sollte man für etwas entsetzlich Langweiliges halten. Ich habe sie überflogen in ihrer längsten Erstreckung vor, bei und nach Sonnenuntergang. Es war eine wunderbar schöne Fahrt. Die Heide erweckt überhaupt schon leicht träumerische, fast melancholische Stimmung. Wie nun erst an einem Herbstabend vom Ballon aus! Lange Stunden dauerte unsere Reise, ohne daß wir es merkten. Die einzigste Abwechslung waren spärliche Kiefern und ärmliche Gehöfte. Aber diese letzteren sind von hohem Interesse für uns gewesen. Morgens verließen wir Berlin

mit all seinen geputzten Menschen, und hier sehen wir sie fast unbekleidet aus den strohbedeckten Häusern kommen und zusammen mit all ihrem Vieh vor uns davonlaufen. Man glaubte sich in die Zeit der alten Germanen zurückversetzt. — Dann lagerten da unter niedrigen Tannen mitten in der Heide, weit ab von dem nächsten Gehöfte einige Liebespaare. Man sollte denken, daß hier die beste Gelegenheit sei, von der Arbeit der Woche — es war Sonnabend — auszuruhen. Aber nein, da kommt ein Luftballon aus Berlin mit seinen schadenfroh lächelnden Insassen und erweckt sie durch barsches: „Achtung, Schlepptau!" aus dem wonnigsten Plaudern. Vor Schreck und Verwirrung wären sie fast überfahren. — Ja, das alte Wort:

Wenn einer eine Reise thut,
So kann er was erzählen,

gilt nicht zum wenigsten vom Reisen im Ballon.

Solche kleine Erlebnisse, wo der Luftschiffer als „höheres" Wesen mit den Erdenmenschen Berührung hat, kommen natürlich nur bei Schleppfahrten vor. Wie wir wissen, nennt man solche Fahrten so, bei denen das Schlepptau die Erde berührt. Aus Höhen über 500 m kann man sich nicht mehr mit den Leuten unten verständigen, also auch nicht mehr mit ihnen miterleben und sie belauschen.

Etwas Fremdartiges am Anblick der Landschaft aus größern Höhen fällt uns doch auf: Man bemerkt kleinere Berge und Terrainunebenheiten nicht. Das liegt an der Beschaffenheit des menschlichen Auges. Es sieht nicht körperlich, sondern so, als ob alles in

einer Ebene läge. Nur dadurch, daß wir zwei Augen haben, können wir bei nahen Gegenständen unterscheiden, ob der eine oder der andere näher ist. Bei großen Entfernungen fällt diese Fähigkeit fort. Vom Ballon aus erscheint das unter uns liegende Gelände, vollkommen flach, ohne Berge, ohne Hügel. Und nur durch besondere kleine Mittel können wir seine wahre Gestaltung erkennen. Wenn Flüsse, Landstraßen und Eisenbahnlinien in ihrem sonst gleichmäßigen Verlaufe große Umwege machen und sich gar in scheinbar unmotivierten Schlangenlinien durch das Land dahin winden; wenn Eisenbahnen in Tunnels verschwinden und schroff abfallende Flußufer und Gebirgskämme scharfe Schatten werfen, so wissen wir, daß wir Berge überfliegen. Wenn alle Eisenbahnlinien, wie beim Harz, auf eine Gegend zu laufen, um dann plötzlich aufzuhören, oder sie im großen Bogen umkreisen, so schließen wir, daß Gebirge ihren geradlinigen Verlauf stören. Und so giebt es noch andere kleine Merkmale, die allerdings alle einen geschickten Beobachter voraussetzen.

Natürlich übersieht man nur solche Gebirge wegen der projektivischen Verkürzung ihrer vertikalen Erstreckung, deren Höhen gering sind im Verhältnis zu der des Ballons. Solche, die sich mit ihm noch vergleichen können, erkennt man — zumal, wenn sie weit entfernt sind — sehr wohl. Ganz erhaben ist sogar der Anblick größerer Höhenzüge, wie Alpen und auch schon Riesengebirge, Schwarzwald und Vogesen, besonders wenn sie geschlossene Wolkenschichten mächtig und wuchtig überragen. Die Luft ist über ihnen

so ungewöhnlich rein und klar, daß sie, obwohl mehrere Hundert Kilometer entfernt, täuschend nah erscheinen. Und so ist es vorgekommen, daß dem Luftschiffer bei Hochfahrten von Berlin aus Alpen, Riesengebirge, Harz und andererseits Nord- und Ostsee, alle auf einmal erscheinen. Ein unvergeßlicher Anblick!

Allmählich ist unter unserm Ballon eine gewaltige Veränderung vor sich gegangen. Zuerst sah man hier und da einen Teil der Gegend etwas verwaschen und undeutlich, wie durch einen Schleier. Es sah fast so aus, als ob sie mit Schneefeldern bedeckt sei. Dann erkannten wir aber, daß dieser vermeintliche Schleier sich bewege, und kamen schließlich zu der Überzeugung, daß es eine von oben gesehene kleine Wolke sei. — „So dicht auf der Erde sind doch aber selten einzelne Wolken", wird eingeworfen. — Dabei ist aber zu bedenken, daß wir fast 2000 Meter hoch sind. Jene Wolke, die auf den Luftschiffer den Eindruck macht, als krieche sie auf der Erde dahin, ist in Wirklichkeit etwa 800 Meter hoch und gewährt von der Erde aus den gewöhnlichen Anblick. Aber die seltsame Thatsache, eine Wolke, die man sonst nur auf dem Hintergrunde des unendlichen Himmels zu sehen gewohnt ist, von oben zu erblicken, verleitet zu vielen optischen Täuschungen.

Dieses einsame Wölkchen bleibt aber nicht lange allein. Hier und dort findet das suchende Auge noch andere und rings am Horizonte scheinen sie sich schon zu einem dichten Ringe zusammenzuballen. Natürlich ist es unwahrscheinlich, daß die

Wolken gerade um den Ballon herum einen freien Fleck gelassen haben. Der kompakte Wolkenring ist eben nur scheinbar und eine Folge davon, daß die Zwischenräume projektivisch gekürzt erscheinen und in weiter Ferne überhaupt nicht mehr sichtbar sind. Aber eins fällt uns sehr auf, daß die vielen kleinen Wolkenballen, die sich vor unsern Augen bilden, alle in ein und derselben Höhe liegen. Die Erklärung hierfür ist von den Meteorologen seit langer Zeit gefunden worden. Wir kommen noch darauf zurück.

Dichter und dichter bewölkt sich der Himmel unter uns, größer und immer größer werden die einzelnen Wolken, und schon ist die Aussicht auf die Erde recht beschränkt. Weit, weit entfernt erscheinen uns zwischen den Wolken die Ortschaften. Trüber wird es auf der Erde und dunkler. Wir sehen die Schatten über sie hinziehen, der Vorhang zieht sich zusammen — wir sind allein. Zum ersten Male allein, ohne jede Fühlung mit unserer Allmutter Erde — es ist ein eigentümliches Gefühl! Über uns der klare blaue Himmel, unter uns die weiße Schicht, die uns trennt von alle dem, woran wir schier untrennbar gefesselt schienen. — Jetzt sind ja unsere Wünsche erfüllt, jetzt sind wir frei von all den Sorgen und Lasten, die dem Erdenbürger unentrinnbar zu tragen auferlegt werden. Das ewige Hasten und Treiben, Suchen und Kämpfen, es liegt unter uns, weit entfernt und dem Auge entrückt! So oft nahm unser Geist uns mit sich empor in seine himmlischen Gefilde, so oft hatten wir im Traume das Erdenlos abgeschüttelt — wir erwachten und erblickten das alte

Bild des aufwärtsstrebenden und doch immer niedergezogenen Menschentums. Hier oben über den Wolken laßt uns den himmlischen Idealen nachhängen, die kein Anblick des Jammers stören soll, laßt uns den höhern Zweck der Menschheit fühlen, ach, nur eine kurze Zeit, bis uns die geschwächte Kraft unseres Gefährts seine irdische Abstammung und unsere Ohnmacht mit grausamer Deutlichkeit beweist! — Wahrhaftig, es sind Gefühle, einer dichterischen Leier würdig, die unser Herz durchziehen.

Doch genießen wir auch den gebotenen Anblick einer geschlossenen Cumulusschicht mit dem Auge des Künstlers! Da erblicken wir keine schlichte, einförmige Fläche, sondern unendlich viele zusammengedrängte Wolkenballen. Lauter weiße Wolkenköpfe schauen aus dem Gewirr heraus, große und kleine, wie Engelsköpfe in den himmlischen Heerscharen der Madonnenbilder, alle überflutet von dem verschwenderischen Sonnenlichte, durch das wir fast geblendet werden. Es ist unmöglich, sich ein Bild davon zu machen, wenn man es nicht gesehen hat. Für den Untenstehenden sehen diese Cumulusschichten gar nicht besonders freundlich aus. Ein mehr oder weniger dunkles Durcheinander ohne bestimmte Formen, das man gewöhnlich mit dem Sammelnamen Stratocumulus belegt. Hier oben sieht man, daß von Stratus, der gleichmäßigen Schichtwolke — im Unterschiede zum Cumulus, der Haufenwolke — keine Spur vorhanden ist. Ja, nur der Luftschiffer kennt die wahre Gestalt der Wolken. Von der Erde aus sieht man sie nur perspektiv verkürzt und hat wenig Anhalt für

die richtige Form. Jene gewaltigen Wolkentürme beispielsweise, die aus solchen Cumulusbildungen, wie wir sie eben beschrieben haben, oft emporschießen und Donner und Blitz mit sich führen, treten unten nur dadurch in Erscheinung, daß die Farbe der untersten Wolkenschicht tiefschwarz wird, wie wir es ja bei Gewitter zu sehen gewohnt sind. Die dunkle Färbung rührt natürlich daher, daß jene großen Wolkenmassen die tieferen beschatten. Wolken selbst sind farblos; werden sie von der Sonne beschienen, sehen sie weiß aus, im andern Falle erscheinen sie dunkel. Dem Luftschiffer, der die Wolken meist unbeschattet sieht, zeigen sie sich also im blendendsten Weiß. Er sieht auch die Gewittertürme emporschießen, ein Zeichen, daß er landen muß. Er allein kann nachweisen, ob über der unteren geschlossenen Wolkendecke noch feine Cirren vorhanden sind, jene zarten strahlenförmigen Gebilde, die sich in großen Höhen bis zu 12 Kilometer aufhalten. — Wir werden noch mehr davon hören.

Jetzt neigt sich nämlich unsere Fahrt schnell ihrem Ende zu. Wir werden noch ermahnt, uns des Proviantes zu erbarmen, der in großen Mengen mitgenommen ist. Da kein Feuer angezündet werden darf, besteht er aus kalter Küche: Gekochten Eiern, kalten Koteletten, gebratenem Geflügel, belegten Brötchen. Daß sie hier und da mit etwas Ballastsand gewürzt sind, darf nicht genieren. Getränke sind natürlich in schönster Auswahl da, vom Sauerbrunnen bis zum Sekt, inkl. Portwein und feinsten Likören. Eine Ballonfahrt reizt aber auch wirklich dazu, sämtliche Sorten mitzunehmen, da es so ganz besonders leicht

gemacht wird, für alle die richtige Temperatur zu finden. Den Rotwein hängt man in die Sonne, da wird er leicht erwärmt auf die vorschriftsmäßige Zimmertemperatur. Dicht unter dem Korbrande wird Cognak und Portwein untergebracht, sie dürfen nicht zu kalt sein. In die Sandsäcke steckt man Mosel- und Rheinweine. Dadurch, daß man sie tiefer oder weniger tief eingräbt, macht man es jedem Geschmack recht. Mit Bierflaschen werden weniger Umstände gemacht, sie bleiben im Vorratskorb liegen. Aber der Sekt muß besonders behandelt werden: Unter den Sandsäcken, auf dem Boden, wo ihn beim Steigen und Fallen die durch das Korbgeflecht ziehende Luft am besten kühlen kann, da ist sein Platz. In besonders feierlichen Augenblicken, wenn wieder einmal ein halbes Kilometer erreicht ist, holt man ihn hinterrücks empor, oder auch, wenn jemand es für nötig hält, durch eine Ansprache seine kleine Mitwelt zu erfreuen. Ein besonderer Sport wird dann daraus gemacht, den Pfropfen durch den geöffneten Füllansatz in den Ballon zu schießen. Artilleristen müssen „natürlich" hierbei am besten abschneiden. Zu ihrem Erstaunen sehen sie dabei, daß trotz allen guten Zielens der Pfropfen danebenfliegt. Warum sollte er auch immer geradlinig emporsteigen! — Man sieht, wie unbedingt nötig es ist, daß der Luftschiffer die Physik beherrscht.

Nun ist aber kein Halten mehr. Wir sind auf 2500 Meter gekommen, haben uns hier eine Zeitlang gehalten und trotz 0 Grad Lufttemperatur sehr wohl gefühlt. Aber der niedrige Sonnenstand und die ge-

ringen Ballastvorräte mahnen dringend zum Abstieg. Vier Sack Ballast sind noch aufgehoben, um den Fall über dem Erdboden abzufangen. In Anbetracht dessen, daß wir eine Wolkenschicht zu durchfallen haben, aus der womöglich noch Regen niederfällt, ist das durchaus nicht zu viel. Soeben beginnt der Ballon zu fallen, was uns ganz recht ist. Gleich beginnt das taube Gefühl im Ohre, ein unaufhörliches Summen und Knacken: Die Luft strömt durch die Ohren wieder in unseren Körper hinein. Aber darauf kann nicht geachtet werden, es giebt viel zu thun; denn in 10—15 Minuten sind wir schon gelandet.

Bei dem Gedanken „Landung" schlägt jedem Luftschiffer das Herz schneller. Der eine denkt daran, wie er mit Geistesgegenwart und Schnelligkeit im Handeln die rohen Naturkräfte bezwingen will, der andere ist überhaupt Freund von gefährlichen und aufregenden Momenten, während mancher bei sich die Frage aufwirft: Wird alles glatt ablaufen? Materielle Naturen bekommen es gar fertig, sich im Ballon schon auf das Landungsdiner zu freuen und die Zigarre, welche sie während der Fahrt natürlich entbehren mußten. Das Rauchen selbst würde vielleicht ungefährlich sein, aber ein Anzünden mittels Streichholzes ist einfach ausgeschlossen. Da aber auch beim Rauchen durch Unvorsichtigkeit offnes Feuer — und wäre es das kleinste Flämmchen — entstehen könnte, so ist es strengstens verboten. Eine Explosion des Gases würde selbstverständlich den Tod aller Insassen bedeuten.

Inzwischen ist im Korbe alles klar gemacht. Papier und ähnliche leichte Sachen sind hinaus-

geworfen, leere Flaschen ꝛc. in einer Ecke aufgestapelt, um dicht über der Erde, wenn niemand davon verletzt werden kann, als kostbarer Ballast verwendet zu werden. Die Sandsäcke sind so aufgehängt, daß sie schnell ausgeschüttet werden können, die leeren in einen von ihnen hineingesteckt. Im schlimmsten Falle dienen auch sie noch als Ballast. — Manche Führer sind dafür bekannt, daß sie alles als Ballast ansehen, was nicht niet- und nagelfest ist.

Jetzt kommen wir den Wolken näher, es sind dichte, scharf begrenzte Nebelmassen. Auf ihnen erblicken wir ein wunderbares Phänomen, den Ballonschatten von farbigen Ringen umgeben. Deutlich kann man die Einzelheiten unterscheiden. — Nicht lange währt das Schauspiel. Was vorauszusehen war, geschieht, der Fall wird verlangsamt und hört, als der Korb in den Nebel hineintaucht, ganz auf. Ja, schließlich kommt er wieder heraus, und der Ballon schwimmt auf der Wolkenschicht. Noch lange würde er sich hier halten können, aber wir sind seit drei Stunden ohne Orientierung. Es ist zwar zu erwarten, daß wir immer noch nach Südost fliegen. Aber, wenn der Wind sich gedreht haben sollte und die See nahe ist? Was dann? — Also Ventil ziehen, energisch, bis wir in die Wolken eintauchen! — Es genügt noch nicht! — So, nun fallen wir.

Um uns herum sind Wolken. Sie sehen nicht anders aus als Nebel, den wir ja gut kennen. Und genau genommen, sind ja Nebel und Wolke dieselben Dinge. Ersteren Ausdruck gebraucht man nur für Wolken, die auf dem Boden lagern. Lauter kleine

Wassertröpfchen — nicht etwa Wasserbläschen, wie man oft hört — die im steten langsamen Fallen begriffen sind, umgeben den Ballon. Wasser ist schwerer als Luft, also muß es fallen, und nur dadurch, daß die Luft selbst aufsteigt und die Tropfen wieder mitnimmt, sowie durch fortwährende Neubildung von Tropfen ist es zu erklären, daß sich Wolken in der Luft halten können. Eine Wolke ist also, wie wir noch genauer hören werden, kein unveränderliches Gebilde, sondern ein Prozeß, ein fortwährendes Entstehen und Vergehen von kleinen Tropfen. In dichten Wolken ist die Durchsichtigkeit so gering, daß man bisweilen weder Ballon, noch mehr als einige Meter des Schlepptaues sehen kann. Es ist ein ganz anheimelndes Gefühl innerhalb einer Wolke zu fahren, nur wird es auf längere Dauer doch etwas langweilig. Nun, wir sind ja gleich hinaus. Bei 1000 Meter begann die Wolkenschicht (soweit war sie unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen gestiegen) und wir sind etwas über 700. Sieh da, schon wird es unter uns klarer und — da ist die Erde. Ganz nahe und jetzt wieder vollkommen entschleiert. Über uns ist jetzt die dunkle Wolkendecke, darüber noch scheint heiß die Sonne, hier unten ist es trübes Wetter geworden.

Wo sind wir? ist die Hauptfrage. — Wir sehen unter uns einige Gehöfte, einzelstehende Fabriken und kleine Dörfer. Nichts Typisches ist zu erkennen. — Hinten am Horizonte ist aber eine große Stadt. Wir sehen Bahnlinien und dort erkennt man deutlich Wasser. Sind es Seen, oder ist es ein Fluß? Die Sonnenreflexe lassen es fraglich erscheinen. Doch jetzt sieht



Fig. 11. Ausblick auf das platte Land.



Fig. 12. Die Erde tritt in Sicht.

man es genau: Es muß ein großer Fluß sein. — Jedenfalls ist unter uns gutes Landungsterrain; die Nähe jener größern Stadt, auf die wir zufliegen, erscheint uns auch für den Heimweg verheißungsvoll: Wir brauchen also den Fall nicht ganz zu stoppen, sondern können langsam fallend die Gegend genauer sondieren. Jetzt hört man wieder Stimmen von unten. Man hat uns bemerkt. „Hollah, wie heißt die nächste Bahnstation?“ — Vier antworten auf einmal. — „Einer soll antworten!“ — Leider ist es nicht verständlich. — „Wie heißt die große Stadt da?“ — „Grünberg,“ ist die Antwort. — „In Schlesien?“ fragen wir. — „Jawohl,“ schallt es herauf.

Nun haben wir die Orientierung und jener Fluß ist die Oder. Wie es meist bei Ballonfahrten eintritt, haben wir uns nach rechts, also, da wir zuerst östlich fuhren, nach Süden gedreht, je höher wir hinaufstiegen. Beim Fallen werden wir uns daher wieder nach links wenden. Unser Landungsplatz liegt also von der Fahrtrichtung aus links. Ah, da ist ja auch das „Sektschloß!“ So nennt nämlich der Luftschiffer die Besitzung desjenigen gastfreien Mannes, der ihn nach der Landung freundlichst einlädt. Dort unter uns scheint ein großes Rittergut zu liegen, ein weißes Schloß in dunklem Park mit hohen Bäumen. Wir rufen ihm schnell ein hoffnungsvolles „Auf Wiedersehen“ zu; denn jetzt heißt es aufpassen. Das Schleppseil berührt den Boden und wir fangen mittels eines Sackes Ballast den Fall vollständig ab, wobei recht viel Sand in den Korb fliegt. Letztere Erscheinung wird oft dahin gedeutet, daß der

Ballon schneller falle als der Sand. Das hat aber nur beschränkte Richtigkeit, vielmehr verdankt man die in den Korb hineinfliegenden Sandkörner den Wirbeln, die sich um den fallenden Korb herum bilden. — Nun, am Schlepptau, wird gleich die Reißleine durch einen kräftigen Ruck aus ihrer Klinke gerissen.

Nur langsam nähert sich der Ballon den Gipfeln eines Kiefernwaldes. Ohne große Reibung gleitet das Tau darüber hinweg, einige Zweige abbrechend. Wir haben nur geringe Windstärke, wie gewöhnlich der Wind gegen Abend etwas abzuflauen pflegt. Immerhin ziehen wir doch bald über diesen Wald hinweg und nähern uns einer Ziegelei. Da sehen wir eine Menge Leute herzulaufen, teils aus reiner Neugierde, teils um zu helfen. Wir müssen energisch davor warnen; denn wenn nur einer oder zwei das Tau halten wollen, bekommen sie einen Ruck, daß sie kopfüber fliegen und arg geschleift werden, wenn sie noch festhalten. Also „Achtung Schlepptau! — Nicht anfassen," rufen wir ihnen aus 50 Meter Höhe zu. Ohne daß sie folgen können, ziehen wir vorüber.

Jetzt ist es aber Zeit zum Landen. Vor uns ist eine Landstraße mit Telegraphendrähten, die wir nicht beschädigen dürfen, unter uns ein großes gepflügtes Feld, der beste Landungsplatz. Also nun schnell! Ventil! — — Genug! — Wir fallen schnell. Einen halben Sack Ballast! — Noch etwas! — Jetzt — Achtung Klimmzug! — Festhalten! — Krach, schlägt der Korb auf die Erde. Noch einmal: Festhalten! Wieder springt der Ballon auf, aber schon ereilt ihn das Geschick: In wenigen Se-

kunden ist die Reißbahn herausgerissen und wir setzen noch einmal sanft auf. Der Korb kippt um, bleibt aber gleich liegen, ohne mehr als 2 bis 3 Meter geschleift zu werden. Rauschend und fauchend sinkt die leere Hülle in sich zusammen.

Eine glatte Landung! Herzlichen Glückwunsch zur ersten und glücklichen Niederkunft! — Wir suchen unsere Beine aus dem Gewirr heraus und zwängen uns durch das Seilwerk ins Freie.

So, nun sind wir wieder auf unsrer alten, lieben, guten Erde, wir stehen auf etwas Festem und können uns wieder „die Beine vertreten". Da oben war es wunder-wunderschön, aber wenn man lange Zeit auf dem biegsamen Korbboden gestanden hat, freut man sich doch wieder, den starren Erdboden zu fühlen. — An der schlaffen Hülle steht sinnend der undankbare Mörder, welcher sich so für all die Treue revanchierte, mit der sie uns hierher getragen hat. Und dabei leuchtet es ihm noch wie Triumph aus den Augen, daß er all die rohen Naturkräfte, mit denen unsere schwache Menschenkraft gar nicht vergleichbar ist, durch seine Geschicklichkeit bezwungen hat! Er fühlt sich wie solch kleiner Feldherr nach siegreicher Schlacht — und er ist auch berechtigt zu solchen Empfindungen.

Noch ehe die Rollen bei der Verpackung verteilt sind, kommen die ersten Leute an, die den Ballon schon seit einiger Zeit verfolgt haben. Atemlos umstehen sie den Korb, fragen, woher wir kommen und wann wir aufgestiegen sind, erzählen uns, daß sie den Ballon schon lange erblickt und aus dem schnellen Fall auf ein Unglück geschlossen hätten.

Dann kommt die Frage nach der Größe des Ballons und noch ähnliche Sachen und meist — man kann darauf wetten — thut einer den naiven Mund auf: „Wann fahren Sie denn wieder weiter?" Der biedere Bauer denkt nämlich, der Ballon würde wieder aufgeblasen — mit Luft natürlich. Ferner muß man stets darauf antworten, ob man denn gerade hierher gewollt habe und ob man denn diesen Ballon schon lenken könne. Nun, auf solche Fragen kurz zu antworten und so, daß der Fragesteller befriedigt ist, lernt man allmählich.

Nach kurzer Erholung beginnt die Verpackung. Einer übernimmt die Instrumente, die Karten und alle andern Dinge, die sich im Korbe befinden, während der Führer die meist willigen Zuschauer anweist, die Stricke loszuknebeln, das Ventil herauszunehmen und die Taue aufzurollen. Dann fassen alle an, um die Hülle zusammenzulegen oder zu rollen und sie dann in den Verpackungsplan einzuschnüren. Netz, Ventil, Ring und Taue kommen dann in den Korb, während die Hülle meist als besonderes Bündel transportiert wird. Ein Ackerwagen ist bald zur Stelle, auf den nun die Last gehoben wird. Je nach der Größe sind es immer einige Zentner.

Gerade sind wir dabei, auch für uns einen Wagen zu bestellen, als uns die Leute melden, daß die „Herrschaft" nahe. Ein Wagen, begleitet von einem Reiter, hält auf uns zu. Es ist der Besitzer des Gutes, in welchem wir heruntergekommen sind, mit seiner Familie. Wir stellen uns vor und berichten kurz. Unsere Bitte um Entschuldigung des bewirkten Flurschadens

wird aber freundlichst zurückgewiesen, wir hingegen eingeladen, uns nach den Strapazen bei ihnen zu erquicken. Mit Freuden nehmen wir an und fahren, nachdem die hilfsbereiten Landleute entschädigt und Instruktionen wegen des Ballons erteilt sind, zum nahen Gutshofe. Jenes weiße Schloß, von hohen Buchen umgeben, kennen wir schon vom Ballon aus. Also hatten wir doch recht geraten! Ja, etwas Glück gehört eben dazu, um eine nette Ballonfahrt zu machen. Aber es giebt Luftschiffer, die stets das Glück haben, daß am andern Ende ihrer Fahrt ein Sektschloß liegt, das womöglich noch eine lustige Jagdgesellschaft oder eine Hochzeitsgesellschaft beherbergt.

Aber man gönne es ihm. Der lange Aufenthalt in der sauerstoffärmeren Luft von geringerem Drucke, das stete Beobachten des Ballons, der Instrumente und der Gegend, die fortwährende Aufnahme von neuen gewaltigen Eindrücken, zuletzt die immer etwas aufregende Landung — alles zusammen hat doch den Erfolg, daß man sich etwas angegriffen und zerschlagen fühlt. Am liebsten ist es uns, wenn wir nach der Landung eine kleine Stunde Zeit haben, uns notdürftig zu reinigen, einige Wäsche zu wechseln und wenige Minuten ruhig und ungestört auf einem Stuhl zu sitzen. Nachher mögen dann all die notwendigen und unvermeidlichen Fragen gestellt werden, deren Beantwortung nicht immer ganz leicht ist.

„Ist eine Ballonfahrt nicht gefährlich?" — Die Frage reizt zur ernsten Überlegung. — Wir können mit gutem Gewissen antworten, daß das gebräuchliche Ma-

terial uns in der Luft vor Gefahren sicher stellt. Ein Platzen des Ballons ist nur möglich, wenn bei ganz übermäßigem Auftrieb das sich ausdehnende Gas wegen zu geringem Durchmesser des Füllansatzes nicht entweichen kann. Dagegen kann man sich natürlich sichern. Wenn ferner die Reißbahn oder das Ventil sich in der Luft öffnet, wird es meist noch möglich sein, durch Ballastwerfen den Fall zu bremsen. Eine Zündung des Gases kann ebenfalls vermieden werden. Also besteht eine Gefahr nur bei der Landung. Hauptsächlich muß man sich hüten, in das Meer zu fallen. Gute Orientierung und vorsichtiges Führen, eventuell auch Kenntnis und Ausnützen der herrschenden Luftströmungen werden uns dagegen schützen. Aber wir müssen offen eingestehen, daß man nicht immer für eine gefahrlose Landung garantieren kann. Bei körperlicher Geschicklichkeit der Mitfahrenden wird unter normalen Witterungsverhältnissen nicht leicht etwas vorkommen. Dennoch kann es bei Nichtfunktionieren der Reißvorrichtung Schleiffahrten geben, bei denen ein Stein, ein Baum, ein Haus in den Weg kommen, oder ein Insasse sich im Korbe an harten Gegenständen den Kopf zerschlagen kann. Herrscht Sturm oder landet der Ballon in einer Gewitterböe, so ist es sehr leicht möglich, daß beim Aufprall Knochen zerbrechen, oder jemand aus dem Korbe gegen den Erdboden geschleudert wird.

Doch, ich will den Leser nicht ängstlich machen. Ich meine, daß die Möglichkeit eines Unglücks durchaus nicht weggeleugnet werden kann, wenn auch die Wahrscheinlichkeit ganz verschwindend

klein ist. Eine ganze Reihe von Unglücksfällen lehrt uns die Gefahren einer Ballonfahrt nicht zu unterschätzen. Es sind die tüchtigsten Ballonführer nicht davon verschont geblieben. Ich erinnere wieder an Hauptmann v. Sigsfeld, der gelegentlich des großen Sturmes vom 1. Februar 1902 bei sonst glatter Landung auf gefrorenem Terrain den Luftschiffertod fand. Aber gerade die Führer sind mehr als die anderen Mitfahrenden der Gefahr ausgesetzt, da sie im Augenblick der Landung kaum Zeit haben an sich selbst zu denken, und zwar um so weniger, je schwerer die Landung ist. Da muß Ballast geworfen, Ventil gezogen und aufgerissen, vielleicht auch noch der Anker geworfen werden. Und das alles zur richtigen Zeit und in der richtigen Weise! — Wenn man erst einmal selbst durch eine recht schwere, vielleicht unglückliche Landung die Gefahren der Luftschiffahrt am eigenen Leibe erfahren hat, so ist es zu Ende mit jener siegesbewußten Verachtung der Gefahr, die sonst jungen Luftschiffern eigen ist.

Darum, wenn wir auch viele technische Mittel haben, die Unglücksfälle verhüten und gewiß oft ihre Brauchbarkeit bewiesen haben, so kann es doch vorkommen, daß infolge ungünstiger Terrain- oder Witterungsverhältnisse ein Schaden der Gesundheit, im extremsten Falle auch der Tod herbeigeführt wird.

Aber ziehen wir Parallelen mit andern sportlichen Thätigkeiten! Betrachten wir den Rennsport, das Rudern, Segeln, Eislaufen, Schneeschuhlaufen und so weiter! Haben wir hier andere Resultate? Ist bei jedem einzelnen Sport nicht auch hier und da

ein Menschenleben gefordert worden, wenn sich mehrere unglückliche Momente häuften? — Leider habe ich kein statistisches Material zur Hand, um die Gefährlichkeit der verschiedenen Sports zu vergleichen. Es möge genügen, wenn hier darauf hingewiesen wird, daß von etwa 300 Fahrten des deutschen Vereins für Luftschiffahrt in Berlin nur eine mit einem Todesfall endete, und das ist die Todesfahrt des Hauptmanns von Sigsfeld, eines der sichersten Führer.

Verletzungen sind ja häufiger vorgekommen. Es sind meist Knöchelbrüche, die beim Aufprall des Korbes dann hervorgerufen werden, wenn man keine Klimmzüge oder Kniebeuge macht, sondern mit durchgedrückten Beinen im Korbe steht. Sie heilen ohne Schwierigkeit in 5—6 Wochen. Und über die Schmerzen hilft man sich hinweg mit einem modernen Dichterwort:

> Und ging auch das Schiff dabei auf den Grund,
> So war's doch ein wonniges Fahren.

Landungen und was nach ihnen geschieht, die Aufnahme der Luftschiffer, bieten natürlich reichen Stoff zu Erzählungen. Es wird wenige geben, die sich nicht jeder einzelnen Landung — und mögen es noch so viele geworden sein — deutlich erinnerten. .Etwas unterscheidet sich eben jede von der andern. Von jeder wird etwas Besonderes zu berichten sein, erfreuliche oder peinliche Momente. Wenn daher erst Luftschiffer beginnen, ihre Erlebnisse zu erzählen, Gnade dem Zuhörer! Er muß manche Schilderung harter Stöße, andererseits aber auch wunderbarer

Schleppfahrten mit sanftem Abschluß, sowie fröhlicher Gelage nach der frischen Sportsthätigkeit über sich ergehen lassen. Glücklicherweise steht der Aëronaut noch nicht in demselben Rufe wie der Nimrod, eine eigene Sprache bei seinen Erzählungen zu reden; Luftschifferlatein ist noch nicht erfunden. Das ist aber auch wirklich nicht nötig, da eine jede Fahrt soviel Schönes bietet, daß man stundenlang erzählen könnte, auch wenn man nur wenig Ballonpraxis hat.

Da fährt man beispielsweise von Berlin aus fünf Stunden fortwährend in Wolken, weiß nur, daß die Fahrt ungefähr nach Süden gerichtet ist. Schließlich zwingt beginnende Dämmerung zur Landung. Es schneit und regnet. Der Ballon fällt stark und es besteht die Gefahr, daß die Wolken fast bis auf den Boden reichen, und der Korb unvermutet aufschlägt, ehe die Erde gesichtet wird. Das Barometer zeigt zwar noch 800 Meter über dem Meeresspiegel, wenn man hinunter ruft, kommt der Schall aber schon in $1^1/_2$—2 Sekunden wieder herauf, sodaß wir unsere Höhe über dem Boden auf 300 Meter berechnen. Das heißt also, daß der Boden sich 500 Meter über dem Meere befindet, das Terrain also stark gebirgig ist. Schließlich bekommen wir etwas Aussicht und erkennen deutlich, daß wir an einem Berge hinunterfahren und gleich darauf von starkem Sturme an einem andern hinaufgejagt werden. Der Korb schleift durch die regenschweren Baumgipfel mit unglaublicher Geschwindigkeit, bis wir plötzlich in ruhiger Luft, mitten in schweren Wolken sind, über uns jedoch ein eigenartiges Rauschen

wie von Gegenwind wahrnehmen. Dann wieder plötzliche Ruhe und Landung bei vollständiger Windstille in einem Gebirgsthal! — Weit und breit kein Mensch zu sehen! — Wer sollte auch bei diesem furchtbaren Wetter und anbrechender Dezembernacht mitten im Gebirge herumlaufen! — Es blieb uns nichts anderes übrig, als den Ballon liegen zu lassen und erst einmal eine menschliche Behausung zu suchen. Die Aussichten dazu waren zwar trübe; denn wir wußten nicht, ob wir unseren Landungsplatz im Harz, Fichtelgebirge, Schwarzwald, dem Riesengebirge oder den Karpathen suchen sollten. Der Zufall führte uns auf eine nahe Landstraße und dort trafen wir bald einen einsamen Wagen, aus dessen Rosselenker wir nur mit Mühe herausbekamen, daß wir in Böhmen seien. Dort unten die Lichter gehörten zu Reichenberg, das wir in zwei Stunden erreichten. Für alle Mühe wurden wir aber reichlich entschädigt durch geradezu rührende Gastlichkeit der dortigen Offiziere. — Wie jedoch die äußerliche Feuchtigkeit, die einen erschreckenden Grad angenommen hatte, durch innere Maßnahmen wieder ausgeglichen und am frühen Morgen der Aufbruch zum Bergen des Ballons nur mit Schwierigkeit ins Werk gesetzt wurde, davon erzählt man nur im allerengsten Freundeskreise.

Hingegen wird es allgemein interessieren, daß durch solche Luftexcursionen mit schließlicher Landung bei einem gastlichen Sektschloß Bekanntschaften geschlossen sind, die fürs ganze Leben gelten. Ja, es kann ferner kaum Verwunderung erregen, wenn der geflügelte Gott Amor seinen „Luftkollegen" bisweilen

willig Beistand gewährte? Die Chronik erwähnt mehrerer solcher Fälle und aus Pietät gegen die Luftschiffahrt, durch die das Paar zusammengeführt ist, soll dem glücklichen Bräutigam und späteren Ehemann dennoch auch in der Zukunft die Erlaubnis zu lustigen Fahrten hier und da erteilt worden sein. Ein rühmliches Vorbild für entgegengesetzte Vorfälle!

Trotz aller guten Erfahrungsthatsachen betreffs der Sicherheit der Luftschiffahrt haftet ihren Vertretern immer noch der Ruf der Abenteuerlichkeit und des Leichtsinns an. Günstigstenfalls werden sie ihres Wagemuts wegen angestaunt. Dieser Nimbus muß aber endlich fallen. Es ist heutzutage, wo in Deutschland täglich ein Ballon aufsteigt, wirklich ein Zeichen von Rückständigkeit, wenn man einen Menschen mit andern Augen ansieht, nur weil er die Angewohnheit hat, dann und wann eine Ballonfahrt zu machen. Solche gewöhnlichen Spazierfahrten, wie ich sie soeben geschildert habe, sollte sich ein Jeder leisten. Er wird nicht nur einige schöne Erinnerungen davontragen, sondern noch dabei Gelegenheit finden, seinen Gesichtskreis zu erweitern und einen tiefern Einblick zu thun in das geheimnisvolle Weben unserer Natur.

Hochfahrten.

Vielleicht nicht so reich an lieblichen und idyllischen Momenten, aber gewaltiger und großartiger, allerdings auch anstrengender und gefährlicher als die niedrigen Spazierfahrten sind Hochfahrten. Ihre Ausrüstung erfordert größere Ballons oder leichteres

Füllgas, besonders gute Apparate und gesunde, mit warmer Kleidung versehene Insassen. Gewöhnlich wird man den Ballon, um Gas und Zeit zu sparen, nicht ganz füllen. Mit dem erteilten Auftrieb steigt man dann schnell in größere Höhen — die man ja gerade erforschen will —, ohne sich in den unteren lange aufzuhalten. Ein Sack Ballast nach dem andern wird losgeschnitten und ausgekippt. Jedesmal, wenn der Ballon nach dem dadurch bewirkten Steigen Miene macht umzukehren, werden die Instrumente abgelesen. So geht es ziemlich eintönig bis zur größten Höhe.

Die Bezeichnung einer Fahrt als Hochfahrt ist nicht genau definiert. Ein Luftschiffer, der bisher nur niedrige Excursionen in das Luftmeer gemacht, sich nicht mehr als 2000 Meter erhoben hat, wird 4—5000 als „hoch" bezeichnen. Wissenschaftliche Ballonfahrer, die es stets auf 5—6 Kilometer, oft über 7 und 8, gebracht haben, sehen geringschätzend auf die ersten fünf Kilometer herab. Ich möchte die Ansicht aussprechen, daß als Hochfahrten solche anzusehen sind, bei denen die physiologische Wirkung der Höhe auf den menschlichen Organismus eintritt, also der Mensch selbst merkt, daß er in außergewöhnlichen Höhen sich befindet. Das tritt zwar ganz individuell auf, und zwar scheint es nicht allein von der Körperkraft und Widerstandsfähigkeit der Einzelnen abzuhängen. Es giebt gesunde Menschen, die nicht höher als 3000 Meter steigen können, während andere, die militär- und tropenuntauglich befunden sind, die größten Höhen am besten ertragen haben.

Der normale Mensch, welcher noch nicht an

Hochfahrten teilgenommen hat, fühlt über 4000 Meter, daß sein Herz schneller klopft als sonst, besonders, wenn heftige Bewegungen oder Anstrengungen vorhergegangen sind. Dadurch einmal aufmerksam geworden, kann er eine gewisse Schläfrigkeit konstatieren, die Glieder werden ihm schwer; er ist zu träge, einen Gedanken zu fassen und ihn auszuführen. Diese ersten Anzeichen der Höhenkrankheit lassen nach, wenn man sich etwas ruhig verhält und dann mit Gewalt aus der Lethargie herausreißt. Steigt man weiter, so stellt sich ein leeres Gefühl im Kopfe ein, das zu Schwindel ausartet. Kalter Schweiß bedeckt die Stirn und man bricht ohnmächtig zusammen, wenn man nicht zu einem vorzüglichen Mittel greift, der Sauerstoffatmung. In einer Ecke des Korbes ist ein Stahlcylinder befestigt, der mehrere Hundert Liter Sauerstoff unter 100 bis 200 Atmosphären Druck enthält. Von ihm aus gehen Schläuche, in ein Hartgummimundstück oder eine Maske endigend, die man vor Mund und Nase bindet. Ein Manometer gestattet den Druck zu kontrollieren, unter dem der Sauerstoff ausströmt. Wie ein Wunder wirken die ersten vollen Atemzüge. Neues Leben durchdringt den erschlafften Körper; die Kräfte kehren wieder; man steht jetzt fest auf den Beinen, die vorher zu versagen drohten; die geistigen Funktionen beginnen von neuem und man ist wieder Herr seines Willens. Das gerade ist das Charakteristische an der Höhenkrankheit, der unheimliche Mangel an Energie. Unheimlich insofern, als nach den Beschreibungen unserer „höchsten" Hochfahrer, Dr. Süring und A. Berson, diese in 10 Kilo-

meter Höhe trotz ununterbrochener Sauerstoffatmung sich nur mit unerhörter Anstrengung dazu aufschwingen konnten, Beobachtungen der Instrumente vorzunehmen. Nur durch gegenseitige Ermahnungen, daß die Fahrt unter großem Aufwand von Geldmitteln vorgenommen sei und sie den Auftrag hätten, hier oben das zu messen, was noch niemand zuvor gemessen habe, konnten sie sich ermannen, das Psychrometer aufzuziehen und die Stände zu notieren. Der einzige Gedanke ist: Nur ruhig schlafen. Das könnte aber leicht ein Schlaf werden, von dem es kein Erwachen mehr gäbe, wie bei den Gefährten Tissandiers, den Franzosen Sivel und Crocé-Spinelli, die 1875 in ca. 8200 Meter Höhe — wahrscheinlich an Asphyxie — starben, nach andern Lesarten erfroren oder erstickt sind. Wenn während der Bewußtlosigkeit der Sauerstoffschlauch verloren geht, oder überhaupt das Ausströmen des Lebensgases durch einen Zufall aufhört, so wird stets das Schlimmste zu befürchten sein.

Aber die Apathie des Hochfahrers kann auch dazu führen, daß er sich in das Meer treiben läßt, ohne die Energie zu haben, durch zeitiges Ventillüften die Landung herbeizuführen.

Die Sauerstoffatmung allein ist nach den Erfahrungen von A. Berson und Dr. Süring also nicht die einzige Rettung vor den Folgen der Höhenkrankheit, sodaß man auf den Gedanken kommen muß, daß zwei ganz verschiedene Einflüsse hier vorwalten. Zuerst kommt der Sauerstoffmangel in Betracht, der mit der Höhe stark zunimmt und bei dem Einen früh, beim Andern spät, jedoch nur selten unter 4000 Meter fühlbar

wird. Davon verschieden ist die Folge des geringen Luftdruckes. Wir Menschen sind gewohnt unter einem Druck zu leben, der zwischen 600—780 Millimeter liegt (in Quecksilberhöhen gemessen). Auf jedem Gegenstande lastet also ein bestimmtes Gewicht, auf dem Menschen etwa $1^1/_2$ Zentner. Wir merken nichts davon, weil natürlich dieser Luftdruck auch im Innern des Körpers wirkt. Aber es giebt doch auch luftabgeschlossene Gefäße im Innern, die gewohnt sind, unter dem normalen Druck zu stehen. Verringert sich dieser nun über eine gewisse Grenze hinaus, so ist es ganz erklärlich, wenn Krankheitserscheinungen auftreten. Es scheint also für den Menschen eine Höhe zu geben, über die hinaus vorzudringen ihm die Natur versagt hat. Sollte es aber gelingen, luftdicht verschlossene Gondeln zu konstruieren, die durchsichtig, leicht und biegsam sind, so kann nichts mehr hindern, noch größere Höhen zu erreichen, als Berson und Süring es 1901 mit Lebensgefahr und Aufbietung aller Kräfte fertig bekommen haben. 10800 Meter ist bisher Weltrekord.

In der letzten Zeit sind mehrfach physiologische Untersuchungen der Höhenkrankheit vorgenommen worden, deren Resultate in Luftschifferkreisen mit Spannung erwartet werden. Hoffentlich wird man erfahren, woher es kommt, daß die Höhe so individuell wirkt. Es scheint fast, als ob das Temperament mitspreche, indem lebhafte Menschen größere Höhen vertragen können. Es würde mit der Beobachtung zusammenhängen, daß man in mittleren Höhen um so weniger Beschwerden hat, je mehr die Aufmerksamkeit durch allerhand Manipulationen, Beobachtungen und

Untersuchungen in Anspruch genommen ist. Eigentümlich ist es auch, daß man sich nach der Landung auf einzelne Vorkommnisse während der Hochfahrt nicht mehr zu entsinnen vermag und nicht angeben kann, was alles vorgenommen ist. Wenn nicht das Beobachtungsprotokoll vorhanden wäre, würde man die Zeit, welche man in der großen Höhe verbracht hat, stets unterschätzen.

Sehr wichtig ist für Hochfahrten die Proviantfrage. Spirituosen sind nicht zu empfehlen. Sie regen zwar an, bewirken aber nachher eine desto größere Erschlaffung. Thee, in Thermophoreinrichtungen heiß erhalten, mit recht reichlich Zucker und eventuell einigen wenigen Tropfen Rum wirkt am wohlthätigsten. Dort oben, wo alles andere gefriert — wie Butterbrote, Fleisch und Eier — erquickt der warme Thee wunderbar. Als das vorteilhafteste feste Nahrungsmittel ist Schokolade zu bezeichnen, die durch ihre Nahrhaftigkeit dem Körper in bester Form die nötigen Kräfte zuführt. Mit diesen beiden, Thee und Schokolade, hält man es schon einige Stunden aus. Nach der Landung macht sich dann allerdings ein um so größerer Appetit geltend, und es ist ein herrliches Gefühl nach einer Hochfahrt in ein gutes Hotel einzutreten, aus dessen Speisezimmer die schönsten Wohlgerüche dringen, und das uns nachher eine erquickende Nachtruhe gewährleistet.

Nachtfahrten.

Einige besondere Klassen von Ballonfahrten sind zu erwähnen: Nachtfahrten, Fahrten über das Meer

und über die Alpen. Alle drei Aufgaben haben stets einen ganz ungewöhnlichen Reiz auf den Luftschiffer ausgeübt; die erstgenannten wegen ihrer hohen Anforderungen an die Geschicklichkeit und Ausdauer des Führers sowie wegen ihrer sonstigen sportlich und rein menschlich interessanten Seiten, Fahrten über das Meer auch ihrer Gefährlichkeit halber; Fahrten über die Alpen wegen der außerordentlich imposanten Naturschönheiten, die dem Beschauer dabei geboten werden.

Eine Nacht im Luftballon zuzubringen, im Mondlicht über die Gegend zu streifen — ganz tief, sodaß man die Erde in ihrem Schlummer belauschen kann, darin liegt ein großer Reiz. Man kommt an ausgedehnte Wälder, die unheimlich rauschen, darin einsame Lichtungen, auf denen das Wild äst. — Das hinterherschleppende Tau bricht unter lautem Knacken Äste ab und scheucht dadurch die Tiere des Waldes auf. — An den Wald reihen sich Felder. Wir sehen das Getreide im Mondschein wogen. Den einsamen Wanderer auf der Landstraße wecken wir durch unser Erscheinen und unsere Stimmen aus seinen Träumen.

Dann kommt eine kleine Stadt. Alles liegt im ersten Schlummer. Nur der Nachtwächter, ein Institut aus der Vorzeit, wie es nur noch in kleinen Städten zu finden ist, macht mit gewaltigem Horn seinen stündlichen Gang. Wir rufen ihn an, den wir an seiner ehrwürdigen Laterne weither erkannt haben. Der Biedere glaubt zu träumen. — Ruhestörer im Luftballon! Solche Vorkommnisse stehen nicht in seinem Reglement. Dagegen kämpfen — Nachtwächter selbst vergebens.

Am frühen Morgen erlebt man dann noch das prächtigste Farbenspiel der Natur, den Sonnenaufgang. Bald sieht man die Welt erwachen. Aber nun erwärmt die Sonne das Ballongas stark, welches sich in der Nacht unter die Temperatur seiner Umgebung abgekühlt hat, und der Ballon beginnt unaufhaltsam zu steigen. Alles, was in der Nacht als Ballast geworfen werden mußte, war — abgesehen von dem bei guten Ballons minimalen Gasverluste — nur eine Folge der Abkühlung des Gases. Am Tage muß also der Ballon um allen diesen Ballast in die Höhe steigen, daran ist nachträglich nichts mehr zu ändern, wenn man nicht den Plan verwirklichen will, die Luft zu komprimieren und als Ballast zu benutzen. Das Steigen am Tage ist natürlich für Dauerfahrten sehr unvorteilhaft, da ja dabei ein großer Teil des Gases aus dem Füllansatz unbenutzt entweicht und dann der Ballon gegen Abend nicht mehr genügend Tragfähigkeit hat, um eine zweite Nacht hindurchzufahren. Das ist auch der Hauptgrund, weswegen Dauerfahrten immer so früh enden. Die längsten, die bisher ausgeführt wurden, sind wohl die des Grafen de la Vaulx, der den Ballon einmal 34, später sogar 41 Stunden in der Luft hielt. Erheblich bessere Resultate wird man nur erzielen können, wenn es gelingt, das Ballongas vor Temperaturänderungen zu schützen.

Fahrten über das Meer.

Bei Dauerfahrten, den entschieden schwierigsten Aufgaben der Aërostatik, ist auch die zweite der soeben

erwähnten Arten in Rechnung zu ziehen: Fahrten über das Meer. Es gilt dabei, einen der größten Feinde der Luftschiffahrt zu überwinden. Seitdem Luftballons steigen, hat man sich an dieses Problem gewagt und oft mit gutem Erfolge. Besonders war es eine der engsten Meeresstraßen, der Kanal, den sich englische und französische Luftschiffer zum Überfahren aussuchten. Es sind später weit größere Wasserstrecken überflogen. Beispielsweise kam während der Belagerung von Paris (1870—71) ein Ballon nach Norwegen; aus England kamen mehrfach Luftschiffer über die Nordsee auf den Kontinent. Unter den deutschen Luftschiffern sind die Herren A. Berson und Oberleutnant Hildebrandt zu nennen, die von Berlin nach Schweden flogen, abgesehen von mehreren Fahrten, die vom selben Aufstiegorte aus über die Lübecker Bucht nach Schleswig-Holstein und den dänischen Inseln ihren Lauf nahmen.

Mit beispielloser Tollkühnheit sind vom Berufsluftschiffer oft die Kanalfahrten ausgeführt. Ohne genaue Kenntnis und Beobachtung der Luftströmungen, oft auch ohne günstigen Unterwind fuhren sie ab. Es kann daher nicht überraschen, wenn mancher mutige Mann dabei nutzlos seinem Berufe zum Opfer fiel. Solchen Wagestücken haben wir es zu verdanken, daß unser Sport bei vielen ruhig überlegenden Leuten in Mißkredit geraten ist. Aber möge man es nicht vergessen, daß früher die Luftschiffahrt in den Händen von Schaustellern und reklamesüchtigen „Künstlern" lag, daß heute aber Wissenschaft, Militär und Sport sie ganz beherrschen. Aus den Berichten über A. Ber-

sons und Oberleutnant Hildebrandts Schwedenfahrt erkennt man dagegen, wie diese beiden Luftschiffer alle Möglichkeiten genau erwogen haben, wie sie die Richtung und Geschwindigkeit des Windes peinlich verfolgten und bis zum letzten Momente noch mit einer Landung auf Rügen rechneten. Schließlich aber war es ihnen zur Gewißheit geworden, daß die Windrichtung bei der damaligen Wetterlage sich nicht sehr ändern würde, und so wagten sie es. Zwei und eine halbe Stunde waren sie über dem Wasser. Zu ihnen hinauf tönte das Brausen des Meeres, hinter ihnen breitete sich die Insel Rügen aus „wie auf der Karte". Lange Zeit sahen sie nichts als Himmel und Wasser, und als sie mit klopfendem Herzen die Küste Schwedens am Horizonte auftauchen sahen und nun gewiß waren, daß der Wind sich nicht nach Ost gedreht hatte (über dem Wasser war es schwer die Fahrtrichtung festzustellen), da konnten sie noch einen Sonnenuntergang bewundern, wie er so glänzend und farbenreich auf dem Erdboden kaum gesehen wird: Die Sonne langsam in das Wasser eintauchend. Die beiden „Seefahrer" schildern den Anblick in den begeistertsten Worten.

Während zu diesem Überfahren der Ostsee der Gedanke erst gekommen war, als nach einer Stunde Fahrt die Verhältnisse als außerordentlich günstig befunden wurden, pflegen Fahrten über den Kanal, die wissenschaftlich nicht das mindeste und auch sportlich nur geringes Interesse haben, direkt zu diesem Zwecke veranstaltet werden. Einen Markstein in der Geschichte der Luftschiffahrt bildet nur die erste Kanal-

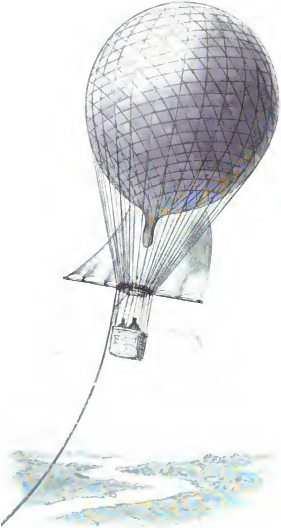


Fig. 13. Luftballon mit Schlepptau und Segel.

fahrt, die der berühmte Blanchard mit einem amerikanischen Arzte John Jeffries unternahm. Schon $1^1/_2$ Jahre nach der Erhebung der ersten Luftballons wagten sie eine derartig gefährliche Reise und erreichten von Dover kommend in $2^1/_2$ Stunden mit Mühe und Not den Kontinent in der Nähe von Calais. An der Stelle, wo sie gelandet, setzte man eine Ehrensäule.

Von hervorragender Bedeutung sind noch jene Segelfahrten über den Kanal, bei denen mit Hilfe eines im Wasser nachschleisenden Schwimmers und eines am Ballon befestigten Segels eine gewisse Lenkbarkeit herbeigeführt worden ist. — Ferner berichtet Henri Hervé, ein französischer Ingenieur und Redakteur der Revue de l'Aéronautique, daß er von Boulogne aus direkt auf die Nordsee, also nach Nordost getrieben wurde, aber durch einen von ihm erfundenen Wasser-Abtriebsapparat eine Ablenkung von 65—70 Grad aus der Windrichtung erhalten und dadurch noch gerade die äußerste Küste von England bei Yarmouth erreicht habe. Die angegebene Größe des Winkels rief einiges Befremden in Luftschifferkreisen hervor. Ob die Angabe nicht durch ungenaue Orientierung und den Einfluß etwaiger Strömungen des Wassers beeinflußt ist, mag dahingestellt bleiben.

Von höchstem Interesse ist noch die Mittelmeerfahrt des Grafen de la Vaulx aus dem Jahre 1901, die gleichzeitig den Weltrekord als längste Dauerfahrt darstellt. Dieser nicht nur in Luftschifferkreisen berühmte französische Sportsmann führte den Plan des soeben genannten Ingenieurs Hervé aus, indem er dessen

Abtreibanker zu dem Versuche anwandte, bei Wind aus nördlichen Richtungen von Toulon nach Afrika überzusetzen. Das Prinzip des hierbei angewandten Abtreibankers ist einleuchtend: Im Wasser schleppt ein fester Kasten nach, dessen vertikale Flächen in schräger Lage zur Windrichtung gehalten werden. Durch den Druck, welchen dabei das Wasser auf diese Flächen ausübt, kann dann eine begrenzte Lenkbarkeit erzielt werden. Sogenannte Stabilisatoren sorgten dafür, daß Höhenschwankungen des Ballons infolge von Temperatureinwirkungen vermieden werden.

Wenn nun auch leider wegen ungünstiger Wetterlage das Ziel nicht erreicht wurde, so ist doch die Möglichkeit einer Lenkbarkeit in dem beschriebenen Sinne erwiesen worden und die Fahrt daher erfolgreich gewesen. Es wurde ein durch die Abweichanker hervorgerufener Abtrieb bis zu 40 Grad festgestellt.

Obgleich es bisher noch nicht einmal geglückt ist, eine Strecke von einigen Tausend Kilometern zu durchqueren, tritt doch immer wieder das ganz unsinnige Projekt auf im Ballon den Atlantischen Ozean zu überfliegen. Es giebt ja allerdings oft wochenlang ziemlich konstante Luftströmungen, die Ballons von Europa nach Nordamerika und umgekehrt bringen könnten, aber für derartige Probleme ist die Entwickelung der Aëronautik denn doch noch zu weit zurück. Von allen bekannt gewordenen Plänen hat mir immer noch der des Herrn Maxim. Wolff aus dem Ende der 80er Jahre am besten gefallen: Man fahre in einem sehr großen Luftballon, schlug er vor, ganz hoch

und warte, bis sich die Erde soweit gedreht hat, daß nun Amerika unter dem Ballon ist. Dann gehe man wieder hinunter!

Ballonfahrten über die Alpen.

Ballonfahrten in den Alpen sind schon häufiger vorgenommen worden, z. B. von Wien aus. Jedoch über die Alpen hinübergekommen zu sein, können sich höchstens die Insassen des Ballons „Vega" rühmen, die am 3. Oktober 1898 von Sitten (Sion) im Rhonethal unter der Führung eines der bekanntesten Berufsaëronauten, E. Spelterini, auffuhren. Die gewaltige Alpenlandschaft vom Ballon aus zu sehen, muß ein herrlicher Anblick sein! Dr. Maurer, einer der Mitfahrenden, schildert das so plastisch,*) daß ich ihn selbst sprechen lasse:

„Ein tiefblauer Himmel! ..... Punkt 10[53] früh! Die „Vega" hebt sich in die Höhe; langsam sinkt die Erde unter uns zurück, tausendstimmige Zurufe bringen noch zu uns herauf. Wir steigen auf 1500, dann 2000 Meter; welch wunderbare Pracht, keiner von uns ist eines Wortes fähig! Unter uns liegt das ganze herrliche Rhonethal, die flankierenden Höhenzüge sind stellenweise in wunderbarer Klarheit sichtbar, weiter draußen gegen Süden die Savoyerberge in teilweiser Wolkenhülle, die tiefblaue, riesige Schale des Genfersees grüßt zu uns herauf, aber das arme Wort ist nicht imstande, auch nur ein schwaches Spiegelbild zu geben von all der großartigen Schön-

*) Neue Züricher Zeitung.

heit, die sich von Moment zu Moment dem trunknen Auge entrollt. Die „Vega" hat fast genau nordwestliche Richtung; — 11^{43}, das Barometer markiert bereits 4500 Meter Höhe und die Lufttemperatur ist auf — 7 Grad C. gesunken; doch durchaus kein Frost- oder Kältegefühl. — Senkrecht unter uns liegt der Diableretsgletscher (3251 Meter), ein prachtvolles Bild; die Ballongeschwindigkeit nimmt über dem großen Gebirgskamm der Walliseralpen rapid zu, wir überfliegen ihn mit 23 Meter pro Sekunde! Die „Vega" zieht weiter nordwestwärts, direkt über den Rocher de Nage (2100 Meter) gegen Chatel St. Denis; 12^{15}, wir sind schon über Montblanc-Höhe und es fängt an kälter zu werden, mein Aspirationsthermometer zeigt auf — 13 Grad C. Doch höher! Rings um uns herum ist alles längst in die Tiefe gesunken, Matterhorn und Monte Rosa beugen ihre eisigen Häupter; wir überblicken fast die ganze nördliche Schweiz bis hinauf zum Säntis durch lückenhaftes Wolkenmeer, ein gut Stück über letztere ragen Rigi, Pilatus und Säntis hervor. Weit vor uns liegen die Berner Oberländer-Riesen, Jungfrau, Mönch, Finsteraarhorn, teilweise in Wolken, aber doch erkennbar. 12^{40}, nahe 6000 Meter Höhe! Wir stehen über der Gegend von Moudon, das Thermometer zeigt 17 Grad Kälte. In dieser enormen Höhe treiben wir eine volle Stunde lang dahin.

„Jetzt erst werde ich der unheimlichen, geisterhaften Stille gewahr, die uns alle umgiebt, jener eisigen absoluten Stille der höchsten Schichten des Luftmeeres, zu denen kein Mensch und kaum noch

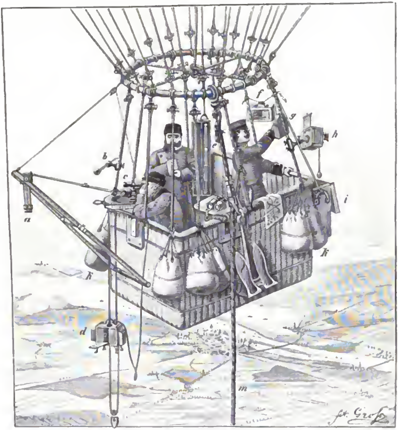
ein Laut der Erde hinaufdringt. Die „Vega" zieht ruhig ihres Weges nach Nordwesten, 1^{10} stehen wir nahe über Yverdon. Glärnisch, Urirothstock, Titlis und Berner Alpen sind hell, die Hochalpen wie ein zusammenhängender Wall vom Säntis bis ins Savoysche sichtbar! Das Thermometer steht bereits auf — 21 Grad, das Barometer auf 340 Millimeter; wir fliegen weiter — in ca. 6400 Meter Höhe — über St. Croix, dem Jura, gegen Besançon hin, das wir in steilem Absturze in nahe 2500 Meter Höhe nach 2^{30} bei behaglicher Wärme (5 Grad C.) erreichen. Doch keine Ruhe, der Ballon hebt sich neuerdings in raschem Fluge aufwärts, nach 3^{30} — über Gray — gelangt er in die maximale Höhe von 6700 bis 6800 Meter. Jetzt Ventil los! Die „Vega" wird durch Gasverlust rasch zum Fallen gebracht. Jetzt erst merke ich — trotz der starken Sonnenstrahlung am tiefblauen Himmel — die empfindliche Kälte, die mir die Finger fast zum Erstarren gebracht.

Die Erde kommt in rasender Eile immer näher, scheint auf uns zuzufliegen; das scharf spähende Auge des Kapitäns hat ein günstiges Brachfeld entdeckt, der Anker fällt. Noch eine kurze Schleiffahrt, dann neigt unsere „Vega" ihr stolzes Haupt und schmiegt sich der Erde an. Wir waren bei dem kleinen Dörfchen Rivière um 4^{30} niedergegangen, auf der Grenze der Haute Marne und des Departements Cote d'or zwischen Dijon und Langres. Die fast geradlinige nordwestliche Bahn des Luftschiffes mißt horizontal 232 Kilometer und wurde in 5 Stunden 43 Minuten durchfahren."

So haben wir nun Schilderungen von gewöhnlichen Spazier- und Sportsfahrten, ferner von Hoch-, Nacht-, See- und Alpenfahrten gehört. Die eine Art ist immer noch schöner, als die andere, alle haben ihre gemeinsamen Freuden und doch bietet uns jede wieder Reize von ganz besonderer Eigenart.

Kann man es da wohl den Menschen, die sich eine gewisse Elastizität des Geistes und des Körpers in dem aufreibenden modernen Leben gerettet haben, verdenken, wenn sie dann und wann den Bücherstaub von sich abschütteln, das Comptoir, das Bureau oder den sonstigen Schauplatz ihres täglichen Wirkens verlassen, um diese Schönheiten unsrer Natur so recht ungetrübt und frisch zu genießen! Und wie könnten sie das besser erreichen, als wenn sie sich durch einen Ballon dorthin tragen lassen, wohin der Wind weht? Der Leser wird den Reiz würdigen können, der darin liegt, nicht vorher zu wissen, in welcher schönen Gegend das Abendessen für den gekocht wird, der — sagen wir — in Berlin sein Frühstück eingenommen hat.

Viele werden hier mitfühlen können und sie mögen, wenn sie es noch nicht gethan haben, den Kreis derer vergrößern, die Sinn dafür haben bei frischer Sportsthätigkeit zugleich die Erhabenheit unsrer Natur zu bewundern. Diesen zukünftigen „Luftkollegen" ein frohes „Glück ab!"



a. Aspirations-Psychrometer.
b. Sonnenschein-Thermometer.
c. Ablese-Fernrohr.
d. Aspirations-Thermograph.
e. Quecksilber-Barometer.
f. Barograph.
g. Aneroid-Barometer.
h. Photographischer Apparat.
i. Instrumentenkoffer.
k. Ballastsäcke.
l. Anker mit Gleitstück.
m. Schlepptau.

Fig. 14. Im Korbe des Ballons Humboldt, 5000 Meter über Stettin.
Zeichnung von H. Groß.

Viertes Kapitel.

Wissenschaftliche Luftschiffahrt.

Es ist gleich bezeichnend für den damaligen Stand der Naturwissenschaften, wie für die Brauchbarkeit des Luftballons zu naturwissenschaftlichen Forschungen, daß man sich seiner sofort nach seiner Erfindung zu wissenschaftlichen Zwecken bediente. Der Mensch in seinem Forschungsdrange hat es schon von jeher schmerzlich empfunden, daß er die Luft und die Vorgänge in ihr nicht ebenso erforschen konnte, wie er es auf der Erde gewohnt war, nämlich durch Augenbeobachtung aus nächster Nähe. Er mußte sich darauf beschränken aus der Ferne zu betrachten, wie sich bald Wolken auftürmen, die ihre Niederschläge hinabsenden, bald die Sonne unverhüllt ihre Strahlen auf die Erde sendet. Die Unmöglichkeit, immerzutreffende Gesetze für die Vorherbestimmung des Wetters zu finden, obgleich doch die Witterung für jeden Menschen, welchem Berufe er auch angehöre, von größtem Interesse ist und es deshalb von jeher Leute gegeben hat, die ihr stete Aufmerksamkeit widmeten, beruht jedenfalls nicht zum wenigsten darauf,

daß uns die Kunst des Fliegens nicht wie den Vögeln gegeben ist.

Aus dem soeben Gesagten geht schon hervor, daß an der Luftschiffahrt besonders diejenigen Wissenschaften interessiert sind, welche sich mit den Vorgängen in der Atmosphäre beschäftigen. In erster Linie ist es die Meteorologie, oder — um das Gebiet gleich weiter zu fassen — die gesamte Geophysik.

Unser Planet ist gleichsam schützend umhüllt von einer Atmosphäre, die, je näher seiner Oberfläche, auch um so dichter ist; mit der Entfernung von ihr also an Dichte abnimmt, bis sie ganz allmählich in den luftleeren Raum des unendlichen Weltalls übergeht. Man kann, streng genommen, nicht von einer Grenze der Atmosphäre sprechen, da ein Gas überhaupt keine Grenze hat, und weil der Übergang in den luftleeren Raum daher nicht plötzlich erfolgen kann. Zu ihrer Charakteristik soll hier angeführt werden, daß ihre Dichte an der Erdoberfläche einem Luftdruck von 760 Millimeter Quecksilberhöhe entspricht, dieser in $5^1/_2$ Kilometer Höhe nur noch halb so groß ist, in 10 Kilometer gar nur noch den vierten Teil beträgt, daß aber dennoch in 75 Kilometer Höhe Wolken, sogenannte „Leuchtende Nachtwolken" beobachtet worden sind, ein Beweis, daß dort also noch „Erdatmosphäre" vorhanden ist. Ja, die Astronomie hat aus der Refraktion des Sternenlichtes und dem Aufleuchten der Sternschnuppen geschlossen, daß in 200 Kilometer Höhe noch merkliche Spuren von Luft sind.

Die Luft ist eins von den Elementen, die für

das organische Leben an der Erdoberfläche bedingend sind. Abgesehen davon, daß die Tier- und Pflanzenwelt einige ihrer Bestandteile, wie Sauerstoff und Kohlensäure zum Atmen gebraucht, daß unser Erdboden aus der Luft seine fruchtbringenden Eigenschaften immer aufs neue erhält, sind die Funktionen unserer Atmosphäre weit vielseitiger, als der Laie anzunehmen geneigt ist. Die so oft mißlungenen Versuche Wetterregeln aufzustellen, haben allerdings eine merkwürdige Interessenlosigkeit gezeitigt. Auf den meteorologischen Vorgängen lastet der Fluch der Alltäglichkeit. Und dennoch sind sie eifrigen Studiums wohl wert: Die Lufthülle schützt uns gegen die vernichtende Kraft der Sonnenstrahlung im Sommer und am Tage, andererseits gegen die Kälte, die durch Ausstrahlung der Wärme in den Weltenraum im Winter und in der Nacht hervorgerufen würde. Sie dämpft und verwischt also die Gegensätze zwischen den kalten und warmen Jahres- und Tageszeiten. Durch entsprechende Luftströmungen sorgt sie ferner für einen Ausgleich der Temperatur zwischen den Polen und dem Äquator, zwischen dem Meere und dem Festlande. Diese meist durchsichtige Atmosphäre trübt sich plötzlich dadurch, daß sie Wasser, wovon sie unbeschadet ihrer Klarheit nur eine gewisse Menge in sich aufnehmen kann, zu Wolken aussondert und als Regen oder Schnee herunterschickt, wenn die Wärmestrahlung von der Sonne zu groß wird und gewisse andere Bedingungen erfüllt sind. Die entstandenen Wolken hindern dann eine weitere Einstrahlung und geben die entzogene Feuchtigkeit dem Boden zurück.

Umgekehrt, wenn sich an klaren Winternächten der Erdboden zu sehr abkühlt, bildet sich Nebel, der weitere Wärmeabgabe erschwert.

So könnte man die Reihe der hier aufzuzählenden Wohlthaten unserer Atmosphäre noch verlängern, auch wenn man sich noch nicht auf die neusten, noch in den Kinderschuhen steckenden Lehren von den luftelektrischen und erdmagnetischen Erscheinungen, Polarlichtern 2c. und deren Abhängigkeit von der Energiestrahlung der Sonne erstrecken will, wobei man ihren Anteil kaum zu ahnen beginnt.

Die Luft ist also zweifelsohne einer der wichtigsten Faktoren unseres Erdenlebens und doch derjenige, über den man am wenigsten weiß. Es liegt dies nur in einem Teile daran, daß man die flüchtigen atmosphärischen Vorgänge rechnerisch und mathematisch so schwer fassen kann, sondern in erster Linie daran, daß man in die Luft vor Erfindung des Ballons eigentlich nicht recht hineingekommen ist.

Es fallen mir dabei die überzeugenden Worte des Wiener Meteorologen Professor Julius Hann ein.

„Wenn man von einem höheren Berggipfel in den weiten Luftozean hinausblickt, in ungemessener Höhe über sich noch die Wolken ziehen sieht und dann hinabschaut in die Thäler und Niederungen, wo von unserem Standpunkte aus selbst stattliche Bergzüge zu flachen Bodenwellen sich beruhigt haben und Kirchturmhöhen dem Auge entschwinden, da möchte man fast verzagen bei dem Gedanken an die kümmerlichen Mittel, mit welchen wir die so veränderlichen Zustände des unermeßlichen Luftozeans studieren zu wollen uns

unterfangen, denn da unten in der Tiefe, wo die Luftschichten trüb und schwer von Rauch und Staub am Boden stagnieren, wo seichte Nebelschichten in den Thalgründen und längs der Flußläufe lagern, da haben wir die Apparate aufgestellt, mit denen wir die Strömungen, sowie die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse des ganzen Luftmeeres messend verfolgen wollen. Wir wundern uns nicht mehr darüber, daß wir noch an so vielen Punkten den Schlüssel zur Einsicht in den Kausalzusammenhang der atmosphärischen Erscheinungen nicht haben auffinden können, wir wundern uns vielmehr darüber, daß uns dies doch in einigen Fällen hat gelingen können."

In der richtigen Erkenntnis dieses Mangels sind Beobachtungsstationen auf Bergen errichtet und sie haben ihren großen Wert für die theoretische sowohl als auch die praktische Meteorologie, die Wettervorhersage. Aber die Beobachtungen auf hohen Bergen ersetzen doch nicht die notwendige Kunde über die Verhältnisse in der „freien" Atmosphäre. Einmal geben sie keinen Aufschluß über die unter ihnen selbst liegenden Luftschichten und dann werden die meteorologischen Vorgänge durch die Anwesenheit des Berges beeinflußt. Die Ein- und Ausstrahlung macht sich zu stark bemerkbar; durch Verdampfung haben wir größeren Feuchtigkeitsgehalt; die Gebirgsformationen ändern die Richtung und Intensität der Luftströmungen in geradezu irreführender Weise; die luftelektrischen Verhältnisse sind vollständig verschieden; der normale Zustand des Erdmagnetismus wird oft durch eisenhaltige Gesteinsmassen gestört. — Die Bergobserva-

torien können also durchaus nicht die Beobachtungen in der freien Atmosphäre ersetzen und es ist daher unentbehrlich, die Luftschiffahrt den geophysikalischen Zwecken dienstbar zu machen.

Das ist nun auch von vielen namhaften Gelehrten seit Erfindung des Ballons empfohlen und von mehreren Seiten aus — wie wir im ersten Kapitel gelesen haben — ausgeführt worden. Für die Entwicklung der Meteorologie aus einer statistischen Wissenschaft zu einer exakten haben die Ballonbeobachtungen einen achtunggebietenden Teil beigetragen, indem sie den Gelehrten teils ganz neues und unerwartetes Material an die Hand gaben, teils aber auch die Ergebnisse theoretischer am Studiertische entstandener Erwägungen bestätigten. So ist es staunenswert, wie viele Beobachtungsresultate vorher von Professor von Bezold, dem Direktor des Preußischen Meteorologischen Institutes, dessen Abhandlungen über die Thermodynamik der Atmosphäre zu der erfreulichen Entwicklung der Meteorologie als Physik des Luftmeeres so viel beigetragen haben, nicht nur in allgemeinen Umrissen, sondern teilweise sogar bis ins einzelne ausgeführt worden sind.

Die außerordentlichen Erfolge, welche der Wissenschaft durch die Luftschiffahrt verschafft sind, stehen aber auch umgekehrt Vorteile gegenüber, welche die Aëronautik aus den Resultaten der wissenschaftlichen Forschung gezogen hat. Wie bisher, so soll auch besonders in diesem Kapitel stets darauf hingewiesen werden, wie der Luftschiffer die einzelnen Erfahrungen auf die Führung seines Aërostates anwenden kann.

Die Messung der Höhe.

Von gleich großem Werte für alle durch Luftschiffahrt verfolgten Zwecke ist die Bestimmung der Höhe. Zu ihrer Messung dient stets das Barometer. Eigentlich ist es ja nicht die Höhe, welche an diesem Instrumente abgelesen wird, sondern der Luftdruck. Aber da der Luftdruck mit der Entfernung vom Erdboden nach ganz bestimmten Gesetzen abnimmt, wobei nur die Lufttemperatur — abgesehen von einer geringen Einwirkung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft — eine wesentliche Rolle spielt, so kann man auch das Barometer zur Messung der Höhe benutzen.

Zwei Arten davon kommen zur Anwendung: Das Quecksilberbarometer und das Aneroid. Die Höhe der Quecksilbersäule genau abzulesen ist aber sehr schwer, weil der Korb infolge der nicht zu verhindernden Bewegungen der Insassen stets leicht erzittert und das Quecksilber nur schwer zur Ruhe kommt. Deshalb nimmt man das einfachere und zugleich haltbarere Aneroid mit, das im wesentlichen aus einer fast luftleeren Kapsel aus dünnem Metall besteht, welche sich je nach der Änderung des äußern Luftdrucks zusammenzieht oder ausdehnt. Durch eine Übertragung bewegt sie dabei einen Zeiger, der den jeweiligen Luftdruck angiebt. Es unterscheidet sich von unsern Zimmerbarometern nur durch einen größeren Bereich seiner Skala und bessere Konstruktion. Ist dieser Zeiger mit einer Schreibfeder versehen, die auf einer langsam durch ein Uhrwerk sich drehenden Trommel seinen

Stand fortwährend aufzeichnet, so nennt man das Instrument Barograph. Er liefert uns die Fahrtkurve.

Die Aneroide haben den Nachteil, daß sie Korrektionen haben, die von der Schnelligkeit des Steigens oder Fallens abhängig sind, sog. „elastische Nachwirkungen". Sie geben zu hohe Werte des Luftdrucks, wenn sie fallen, und zu tiefe, wenn sie steigen. Gerade bei Hochfahrten können sich dadurch große Fehler einschleichen, weil dabei leichter bedeutendere Höhenschwankungen vorkommen. Um das zu vermeiden, werden von Zeit zu Zeit Kontrollablesungen an einem Quecksilberbarometer gemacht. Dennoch ist die Genauigkeit der barometrischen Höhenmessung keine sehr große. Man wird nicht fehl gehen, wenn man ihre Unsicherheit in mittleren Höhen auf 10 bis 20 Meter, in größeren auf 20 bis 30 Meter angiebt. Für die Ballonführung sowohl, als für die meisten wissenschaftlichen Beobachtungen entspricht das auch vollkommen dem Zweck. Aber, da doch einmal eine Kontrolle wünschenswert sein kann, ist es von Vorteil, daß der französische Gelehrte Cailletet ein photographisches Verfahren angegeben hat. Er photographiert die Gegend unter dem Ballon durch ein Objektiv mit bekannter Brennweite. Da man die Abstände einiger hervortretender Punkte aus den Vermessungen der trigonometrischen Landesaufnahmen kennt, giebt der Abstand derselben Punkte auf der Platte unter Berücksichtigung der Objektivbrennweite die Entfernung von der Erde, da eine Strecke auf dem Boden um so kleiner gesehen und

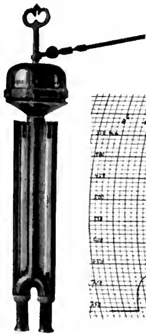


Fig. 15.
Aßmanns Aspirations-
psychrometer.

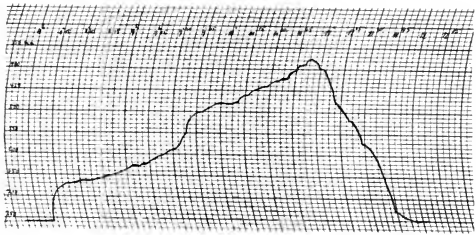


Fig. 16. Barogramm einer Hochfahrt.

photographisch wiedergegeben wird, je weiter man von ihr entfernt ist.

Es sind auch einige Male trigonometrische Höhenbestimmungen ausgeführt worden, doch mit wechselndem Erfolge: Bisweilen sind gute, bisweilen schlechte Übereinstimmungen mit dem Barometer gefunden, ohne daß man sagen könnte, an welcher Methode der Fehler lag.

Die Lufttemperatur.

Die hauptsächlichsten Fragen, auf welche die Luftschiffahrt Antwort geben sollte, erforderten eine genaue Messung der Lufttemperatur in den verschiedenen Höhen. Aber gerade hier war eine Klippe, die viele Versuche zum Scheitern brachte. Es wird bei allen der Sache Fernerstehenden vielleicht Verwunderung erregen, wenn sie hören, daß keine Messung im Ballon so viel Schwierigkeit gemacht hat, wie die der Temperatur.

Wenn man nämlich ein Thermometer an irgend einem beliebigen Orte aufstellt oder aufhängt, so giebt dieses nicht etwa die Temperatur der Luft, auf die es uns ankommt, an, sondern die abgelesenen Werte entsprechen einem Gemisch von Temperatur der umgebenden Luft, Wirkung direkter Sonnenstrahlen und Wärmestrahlung der nahestehenden Körper, wie Wände 2c., welche tags an ihre Umgebung Wärme abgeben, nachts abkühlend wirken. Dabei ist noch gar nicht in Betracht gezogen, daß die das Thermometer umgebende Luft auch durch die nahen Gegenstände beeinflußt ist. Kurzum, es ist gar nicht möglich, durch diese Menge von Fehlerquellen hindurch die

wahre Temperatur der Luft zu bestimmen. Zunächst handelt es sich darum, die Erwärmung des Thermometers durch direkte Sonnenstrahlen auszuschließen und das geschah dadurch, daß man schützende Schirme davorstellte. Von dem Schnupftuch, das Gay-Lussac bei seiner ersten Fahrt hierzu anwandte, besserten sich die Strahlungsschutzvorrichtungen bis zu den blanken, mehrfach übereinander liegenden, aber durch dazwischen befindliche Luft getrennten Hüllen, die jetzt im Gebrauch sind. Hochglanzpolierte Nickelhüllen werden deshalb genommen, weil die Erfahrung lehrt, daß blanke Körper weniger durch Strahlung erwärmt werden; sie reflektieren die Wärme ebenso wie das Licht und absorbieren wenig davon. Damit aber dieser kleine Teil der zurückbehaltenen Wärme nicht noch die Messungen fälscht, werden mehrere, meist zwei, derartige glänzende Flächen verwandt und durch Luft, den schlechten Wärmeleiter, von einander getrennt. So kommt dann am Thermometer ein um so kleinerer Teil der auf den ganzen Schutzapparat gestrahlten Wärme an, je mehr Schutzhüllen da sind.

Damit ist es aber noch lange nicht genug. Die Hauptsache ist, daß mit dem Thermometer auch möglichst viel derjenigen Luft, deren Temperatur man messen will, in Berührung kommt, damit es die richtige Temperatur annimmt. Mit andern Worten: Es muß ventiliert oder aspiriert werden. Glaisher wandte dazu einen Saugebalg an, der fortwährend Luft am Quecksilberthermometer vorüberzog. Aber er erkannte noch nicht, daß nicht nur die Thermometer im Korbe durch die Strahlung und die Nähe der

Menschen stark erhitzt wurden, sondern auch die Luft selbst. Wie wir wissen, ist im Ballon, besonders wenn er seine Höhe nicht ändert, die Luftzirkulation sehr gering. Man will aber natürlich nicht die Temperatur der Luft messen, die sich im Korbe befindet, sondern Kunde davon haben, welche Temperatur der Luft der freien, d. h. durch keine Anwesenheit anderer Wärmequellen beeinträchtigten Atmosphäre eigentümlich ist. Den Aspirationsbalg aber, wie es nötig gewesen wäre, weit vom Korbe entfernt anzubringen, hat niemand versucht.

Es wurden von Professor Assmann anfangs der achtziger Jahre diese Untersuchungen wieder aufgenommen, um ein allen Ansprüchen genügendes Instrument zur Temperaturmessung zu finden: Er ließ einen Thermographen unter dem Ballonkorbe aufhängen, der durch sein eigenes Gewicht einen Exhaustor in Bewegung setzte, man konstruierte Schleuderthermometer, die in der Luft umhergewirbelt wurden und anderes mehr. — Doch ich will keinesfalls auch nur einigermaßen erschöpfend berichten und den Leser die Schwierigkeiten noch einmal durchkosten lassen, die mit der Lösung der fraglichen Aufgabe verknüpft waren. Es ist Professor Assmann gelungen, einen zweckentsprechenden Apparat zu konstruieren und dies ist das nach ihm benannte Aspirationspsychrometer, welches unter Beihilfe des Hauptmanns von Sigsfeld entstanden ist. Der Apparat besteht aus zwei Thermometern, deren Quecksilbergefäße im Innern von doppelten hochglanzpolierten Metallröhren eingeschlossen sind. In diesen Metallröhren wird ein starker

Luftzug durch einen Exhaustor, am ehesten den bekannten Zimmerventilatoren vergleichbar, unterhalten, das durch Federkraft in Bewegung gesetzt wird. Von den Thermometern ist das eine mit Musselin umwickelt und wird feucht gehalten. Die Feuchtigkeit verdampft nun und zwar umsomehr, je trockner die vorüberstreichende Luft ist, und infolge der dabei auftretenden Verdunstungskälte zeigt das feuchte Thermometer einen tieferen Stand als das trockne. Aus dem Unterschiede der Angaben beider Thermometer, der psychrometrischen Differenz, wird die Feuchtigkeit der Luft berechnet. Der ganze Apparat ist etwa 30 Zentimeter lang und 12 Zentimeter breit, also recht handlich. Er wird entweder an dem Ballonnetze aufgehängt und befindet sich, da der Ballon viel breiter ist als der Korb, einige Meter von diesem entfernt, zu dem er nur bei der Ablesung schnell herangezogen wird. Bisweilen wird auch eine feste Aufstellung an einem Gerüst gewählt und Ablesung mit einem Fernrohr.

So werden nun mit diesem Psychrometer, das sich auch schnell in allen meteorologischen Beobachtungsnetzen eingeführt hat, bei jeder Ballonfahrt in der Stunde 6 bis 10 — bei besonders interessanten atmosphärischen Verhältnissen jedoch viel mehr — Ablesungen gemacht. Das leise Surren seines Ventilators ist dem Luftschiffer ein vertrautes Geräusch, bisweilen das einzige, das an sein Ohr dringt, und sein Aufhören ermahnt ihn daran, daß es Zeit ist das Uhrwerk aufzuziehen und dadurch eine neue Ablesung vorzubereiten.

Nach dieser langen, aber nicht unnötigen Erörterung der Geschichte und Methode der Temperaturmessung im Ballon, wobei nur ein schwacher Begriff von den Schwierigkeiten gegeben werden konnte, die zu überwinden waren, kommen wir zu den Ergebnissen.

Am wichtigsten war es, die Änderung der Lufttemperatur mit der Höhe, also mit der Entfernung von der Erde kennen zu lernen. Schon aus den Beobachtungen der ersten Aëronauten, die in größere Höhen getrieben wurden, ging hervor, daß es dort oben kühler sei als unten; Glaisher, dem wir bekanntlich die ersten längeren Beobachtungsreihen verdanken, fand eine durchschnittliche Abnahme von $4^1/_2$ Grad C. auf 1000 Meter Erhebung und zwar schien nach seinen Messungen die Temperaturerniedrigung allmählich nach oben hin abzunehmen. Das heißt: Die Temperatur wurde niedriger, aber immer langsamer, sodaß man annehmen mußte, sie würde zuletzt gar nicht mehr abnehmen, sondern konstant bleiben. Danach berechneten dann Gelehrte diesen konstanten Grenzwert, dem sich die Temperatur nähere, auf —34 bis —50 Grad. Den so berechneten Wert aber für die Temperatur des Weltenraumes zu erklären, ist ein durchaus unphysikalischer Gedanke. Da das Weltall unmöglich mit Luft erfüllt sein kann, darf man ihm doch nicht eine Lufttemperatur zuschreiben. Dieser Begriff wird mit der Entfernung von der Erde allmählich bedeutungslos. Der unendliche Weltenraum kann überhaupt keine Temperatur haben, weil ihn keine Materie ausfüllt, die Träger einer Temperatur sein könnte.

Doch zurück zu unserer Erde!

Glaisher und alle, die aus seinen Beobachtungen Schlüsse zogen, hatten sich arg getäuscht. Die Intensität der Sonnenstrahlung wird mit der Höhe immer größer und, da Glaisher ihre Wirkung auf die Thermometer nicht eliminiert hat, wuchs mit ihr auch der Fehler seiner Temperaturmessung. Alle neuen Messungen, die mittels des Aßmannschen Aspirationspsychrometer gemacht wurden, gaben niedrigere Werte. Ganz unabhängig war dabei der Ort, von dem die Auffahrten geschahen. Als ein schwedischer Physiker einwandte, über England könnten vielleicht höhere Temperaturen herrschen, als über dem Kontinente, widerlegte man diesen Einwand durch eine Fahrt A. Bersons von Glaishers Auffahrtsort London aus. Nach allen diesen Messungen, die bis 20 Grad niedrigere Werte für dieselben Höhen gaben, als sie Glaisher fand, muß man mit vollem Rechte Professor Aßmann beipflichten, der nachwies, daß die ganze Mühe und der anerkennenswerte Mut Glaishers sowie seines Begleiters, Coxwell, nicht die entsprechenden Früchte getragen hat. Im Gegenteil haben die durch Strahlung so ungünstig beeinflußten Werte die Gelehrtenwelt auf falsche Fährten gelockt und die Wahrheit über den thermischen Zustand unserer Atmosphäre lange hintenan gehalten. Es ist dieses leider nur allzu wahre Urteil über den Wert der englischen Ballonfahrten ein sehr harter Schlag für den Nestor der wissenschaftlichen Luftschiffahrt gewesen, aber dennoch stehen wir mit entblößten Häuptern vor dem greisen Gelehrten, der noch jetzt in London lebt, und verehren außer

dem Mut und der Ausdauer noch die Art der wissenschaftlichen Forschung, die für alle Zeiten vorbildlich für andere dastehen wird, die ein ganz neues Gebiet in den Kreis ihrer Betrachtung ziehen wollen.

Die Berliner Ballonfahrten des „Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt" gaben also ein anderes Bild von der vertikalen Temperaturverteilung in der Atmosphäre. Es wurde in derselben Höhe, wo Glaisher —26 Grad fand, von A. Berson —43 Grad gemessen. Besonders aber zeigten sie mit großer Gewißheit, daß die Temperaturabnahme mit der Höhe nicht langsamer, sondern immer stärker wird und schließlich fast 10 Grad auf 1000 Meter beträgt. Sie wurde bis 9000 Meter im Durchschnitte als $6^1/_2$ Grad (Glaisher hatte $4^1/_2$ Grad) gefunden.

Diese Abnahme der Temperatur um 10 Grad auf 1000 Meter Erhebung ist kein zufälliger Wert, sondern entspricht einem bestimmten Gesetze. Wenn Luft sich ausdehnt oder — was dasselbe sagen will — wenn Luft aufsteigt (dabei muß sie sich ja ausdehnen, weil sie unter geringern Druck kommt), und wenn dieser aufsteigenden Luft weder Wärme weggenommen, noch von außen zugeführt wird, so nimmt ihre Temperatur dabei — allein durch die Ausdehnung — um 1 Grad auf 100 Meter Höhe ab. Man nennt solche Vorgänge ohne Wärmeentziehung und Zuführung adiabatische. Aus den Ballonbeobachtungen ergiebt sich also der Schluß, daß die Temperaturabnahme der Luft mit zunehmender Höhe sich der Adiabate (wie man sagt) nähert.

Etwas hängt diese Änderung von der Wetter-

lage ab. Man unterscheidet auf der Erde Gebiete mit hohem und mit niedrigem Luftdruck, wie man auf den täglichen Wetterkarten, welche auch in den Zeitungen veröffentlicht werden, sehen kann. Über den Regionen mit niedrigem Druck, wo das Wetter windig und regnerisch, im Sommer verhältnismäßig kalt, im Winter verhältnismäßig warm ist, sind die oberen Schichten stets wärmer als in Gebieten mit hohem Luftdruck, die sich durch klares und ruhiges, im Winter kaltes, im Sommer warmes Wetter auszeichnen.

Das gilt natürlich nur als allgemeine Norm. Betrachtet man die bei den einzelnen Fahrten gefundenen Zustände, so weichen die Temperaturen besonders in den unteren Kilometern stark voneinander ab. Die Temperaturabnahme ist großem Wechsel unterworfen. Ja, man beobachtet Fälle, wo die Temperatur in der Luft um viele Grade höher war als auf der Erde. Wenn die Temperatur nicht mit der Höhe abnimmt, sondern höher wird, spricht man von einer Temperaturumkehr. — Diese Fälle sind, wie wir gleich sehen werden, für die praktische Luftschiffahrt von besonderer Wichtigkeit. — So hat man gesehen, daß es einige Hundert Meter über der Erde um 20 Grad wärmer sein kann als unten.

Was zuerst als Ausnahme angesehen wurde, gilt heute geradezu als Regel. Nachts kühlt sich die Luft am Erdboden durch dessen Wärmeausstrahlung ab, während die Schichten darüber ihre Temperatur behalten. Deshalb findet der in der Frühe aufsteigende Luftschiffer meist wärmere Schichten. Noch ausgesprochener ist dieser Fall bei winterlichen Hochdruckgebieten. Ab-

steigende Luft ist das Charakteristikum für hohen Luftdruck und ebenso wie sich Luft abkühlt, wenn sie beim Aufsteigen in geringeren Druck kommt, erwärmt sie sich auch „dynamisch", wenn sie heruntersinkt. Sie wird also in einigen hundert Metern über der Erde verhältnismäßig hohe Temperaturen haben, während auf dem Erdboden wegen des wolkenlosen Himmels die Wärmeabgabe überwiegt.

Diese Thatsachen sind von hoher wissenschaftlicher Bedeutung. Sie zeigen uns, daß die Gesetze der Thermodynamik in der Natur eine große Rolle spielen, und lehren uns manche Erscheinungen verstehen, denen man bisher ohne Erklärung gegenüberstand. Die Beobachtungen der Temperaturabnahme lenkten besonders die Aufmerksamkeit auf die vertikalen Luftströmungen, die auf das Wetter von größerem Einflusse sind, als horizontale. Sie bewiesen uns ferner, daß in großen Höhen die thermischen Zustände der Luft in hohem Maße von vertikalen Bewegungen abhängig sind.

Die praktische Luftschiffahrt hat natürlich aus diesen Untersuchungen großen Nutzen gezogen, und ich hoffe ohne thermodynamische Formeln klarlegen zu können, in welcher Weise dies möglich war.

Die Luft ist gewöhnlich so geschichtet, daß sie nach oben hin immer leichter wird; denn ist es umgekehrt und liegt schwerere Luft auf leichterer, so sind starke Gleichgewichtsstörungen die Folge. Man sagt in solchen Ausnahmefällen, die z. B. bei Gewittern eintreten, die Luft sei in labilem Gleichgewicht, während der zuerst betrachtete normale Fall den stabilen Gleichgewichts-

zustand darstellt. Naturgemäß ist die Lage um so stabiler, je leichter die höherliegende Schicht ist, und da die wärmere Luft die leichtere ist, folgt daraus, daß zu vertikalen Luftbewegungen um so weniger Neigung vorhanden ist, je geringer die Temperaturabnahme mit der Höhe ist. Daß überhaupt die untere warme Luft nicht nach oben steigt, kommt daher, daß die obere unter geringerem Drucke steht und deshalb trotz ihrer tieferen Temperatur noch leichter ist, als die tiefer liegende. Wird aber die untere immer wärmer und die obere kälter, so tritt allmählich ein Zustand ein, wo die untere, obgleich sie unter höherem Drucke steht, dennoch leichter als die obere ist, und wir haben dann das soeben schon angeführte labile Gleichgewicht. Dieses geschieht bei einer Temperaturabnahme von 1 Grad auf 100 Meter, von deren Ausnahmestellung schon oben einmal die Rede war. Umgekehrt ist der stabilste Zustand dann erreicht, wenn die obere Schicht, die also unter geringerem Drucke steht zugleich noch wärmer ist, als die tiefere.

Ist der Ballon nun aber im Gleichgewicht, so ist er genau so schwer wie die Luft, in der er sich befindet. Wäre er leichter, so müßte er ja steigen, wäre er schwerer, so würde er tiefere Gegenden aufsuchen, bis er die betreffende Schicht gefunden hat, wo er wieder das Gewicht einer gleich großen Luftmasse hat. Natürlich wird er nun diese Schicht um so eher finden, je schneller nach oben hin leichtere, nach unten zu schwerere Luftmassen folgen, also — nach dem soeben Gesagten — je stabiler die Luft geschichtet ist. Umgekehrt wird er erst größere Höhenveränderungen aus-

führen müssen, wenn die dicht übereinander liegenden Schichten nur wenig ihr Gewicht verändern, also je stabiler die Wetterlage ist. Oder noch anders ausgedrückt, der Ballon zeigt umsomehr Neigung zu vertikalen Bewegungen, je stärker die Temperatur mit der Höhe abnimmt und hält sich besonders gut in der einmal erreichten Lage, wenn eine Temperaturumkehr stattfindet. Der letzte Satz wurde — wie sich der Leser entsinnen wird — schon mehrmals erwähnt, so oft von Stabilitätsschichten die Rede war. Gerade über Wolken findet sich stets eine Temperaturumkehr.

Die wissenschaftlichen Ballonfahrten haben nicht nur auf die Bedeutung der Temperaturabnahme mit der Höhe, oder — wie wir kurz sagen — des vertikalen Temperaturgefälles, aufmerksam gemacht, sondern sie geben dem Ballonführer auch die Möglichkeit, aus der Erfahrung und an der Hand der täglichen Wetterkarten sich ein Urteil zu bilden, wie sich der Ballon benehmen und welche Höhen er erreichen wird. Steht zu erwarten, daß man in eine stabile Schicht gelangt, so fährt er ohne Ballastausgabe bis dicht unter die Schicht sehr gut, läßt sich nachher aber nur schwer hochtreiben. Herrscht andererseits großes Temperaturgefälle, so heißt es scharf achtgeben, damit der Ballon nicht „durchbrennt". Hat man nun beim Aufstieg die Temperaturen festgestellt, so kann man leicht mit Berücksichtigung der in den untern Schichten im Laufe des Tages vor sich gehenden Änderung seinen Landungsballast danach einrichten und braucht nicht soviel Reserve zurückzubehalten, wie wenn man die Dichteverhältnisse nicht kennt.

Es läßt sich gegen die letzten Ausführungen einwenden, daß sie denn doch zu sehr das theoretische Moment in der Ballonführung heraussuchten. Nun, für gewöhnliche Spazierfahrten ist es nicht nötig, sich mit solchen Beobachtungen abzugeben. Wenn es aber bei sportlichen Fahrten darauf ankommt, das nur irgend Mögliche aus dem Ballon herauszubekommen, seine Energie bis auf den Rest aufzubrauchen, so muß man sich eben dieser letzten Mittel bedienen. Aufmerksame Schüler des Hauptmanns von Sigsfeld werden oft gesehen haben, welche staunenswerten Resultate der praktischen Luftschiffahrt er durch seine theoretischen Erwägungen obiger Art zu Tage förderte. Es gehören dazu seine berühmten „thermodynamischen" Landungen. Unser genialer Meister kalkulierte: Wenn ein Ballon schnell fällt, erwärmt sich das Ballongas bei 100 Meter Fall um 1 Grad. Die Luft hat aber in den untern Kilometern ein durchschnittliches Temperaturgefälle von nur $^1/_2$ Grad auf 100 Meter. Also wird das Ballongas mit verhältnißmäßig höherer Temperatur unten ankommen. Es ist Auftrieb gewonnen und Ballast gespart. Notwendig ist dabei ein schnelles Fallen, damit sich die Temperatur des Gases nicht mit der äußeren Luft ausgleichen kann. Umgekehrt folgt aus den Überlegungen des Hauptmanns von Sigsfeld, daß man den Ballon nur langsam steigen lassen soll, damit die dynamische Abkühlung des Gases durch Ausgleich mit der Luft wieder aufgehoben werden kann. Ein andrer Grund für langsames Steigen, der zwar nicht hierher gehört, ist noch die Sonnenstrahlung, wovon auch gleich die Rede sein soll.

Von den vielen Resultaten, welche aus den wissenschaftlichen Beobachtungen im Ballon hervorgegangen sind, sollen möglichst nur solche hier angeführt werden, die auch für die Luftschiffahrt Nutzen haben, oder doch wenigstens haben können. Dazu gehört auch die Kenntniß der Temperaturveränderungen durch Wolken. Sie sind nicht so groß, als man anzunehmen geneigt ist. Die Temperaturabnahme in Wolken ist etwas kleiner, als in nebelfreier Luft, was mit theoretischen Gründen, deren Anführung hier aber zu weit führen würde, belegt werden kann. Unter der Wolke ist es etwas kälter, bei Eintritt in die Schicht etwas wärmer, unter dem oberen Rande nimmt die Temperatur wieder etwas ab, bis bei Austritt aus der Wolke eine plötzliche, meist starke Zunahme kommt. Die Erklärung findet man durch die Kondensation am unteren und die Verdunstung und Bestrahlung am oberen Rande. Allerdings tritt dieses Verhalten am oberen Rande oft nur ein, wenn die Sonne darauf scheint. Nachts kann es über einer Wolkenschicht kälter sein, weil die Ausstrahlung hier — wie auch auf dem Erdboden — in Frage kommt, wenn nicht, wie es meist der Fall ist, über der Wolkenschicht eine aus dynamischen Gründen wärmere Luft lagert.

Weil von allgemeinem Interesse, will ich noch anführen, daß die tägliche Schwankung der Lufttemperatur — tags warm, nachts kalt — sich kaum über zwei Kilometer erstreckt. Hingegen ist eine Abnahme der jährlichen Schwankung — im Sommer warm, im Winter kalt — bis in die höchsten Schichten hinein nur sehr wenig zu konstatieren, entgegen früheren Annahmen.

Die Sonnenstrahlung.

Außer den Thermometern zur Messung der Lufttemperatur, deren ängstliche Behütung vor direkten Sonnenstrahlen oben ebenso ausführlich geschildert wurde, wie die Anstrengung, sie durch Aspiration mit möglichst viel Luft in Berührung zu bringen, werden noch Thermometer mitgenommen, die gerade im Gegenteil vor jeder Ventilation durch eine weite luftleere Glaskugel geschützt sind und ohne irgend einen Strahlungsschutz den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. Ja, damit sie ordentlich erhitzt werden, überzieht man das Quecksilbergefäß noch mit einer schwarzen Rußschicht. Diese „Schwarzkugelthermometer" sollen nämlich gerade die Intensität der Sonnenstrahlen anzeigen. Wir wissen, dunkle Körper mit rauher Oberfläche erwärmen sich in der Sonne über die Lufttemperatur hinaus, und dieser Überschuß — die aktinometrische Differenz — ist ein Maß der Sonnenstrahlung. Sie nimmt am Tage natürlich mit der Höhe zu, ferner ist sie über Wolken entsprechend groß, weil die von ihnen zurückgeworfenen Wärmestrahlen hinzukommen.

Sehr interessant ist hier die Anwendung auf die Ballonführung: Ebenso wie ein Schwarzkugelthermometer erwärmt sich der Ballon und mit ihm sein Gas über die Temperatur der Luft hinaus, während er sich nachts stark abkühlt. Wir wissen aber, eine wie große Bedeutung gerade die Gastemperatur für das Verhalten des Ballons hat. Bisher müssen wir mit ihr als einer unbekannten Größe rechnen, da sie nur mit Schwierigkeit zu bestimmen ist. Wenn es aber

gelänge, zuverlässige Beziehungen zwischen der Gastemperatur und der aktinometrischen Differenz zu finden, so würde das wieder ein Fortschritt sein, da sich die letztere sehr leicht feststellen läßt.

Die Luftfeuchtigkeit und die Wolken.

Aus den Betrachtungen der Lufttemperatur hergeleitet und daher mit ihr eng verknüpft ist die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Wie schon einmal angeführt wurde, kann die Luft nur eine bestimmte, von ihrer Temperatur abhängige Menge Wasser in gasförmigem Zustande unbeschadet ihrer Durchsichtigkeit in sich aufnehmen, und zwar umsomehr, je wärmer sie ist. Bei 0 Grad z. B. 4,9 Gramm, bei 20 Grad 17,2 Gramm in jedem Kubikmeter. Jedoch ist der Wassergehalt der Luft nur nach oben hin beschränkt, sie braucht also nicht immer vollkommen mit Wasser „gesättigt" sein. Am Erdboden enthält sie in Norddeutschland durchschnittlich nur 70—80 % des Höchstmöglichen. Wenn sie sich nun aber aus irgend einem Grunde abkühlt — beispielsweise während der Nacht — und dabei ihr Feuchtigkeitsgehalt derselbe bleibt, so rückt damit die obere Grenze ihrer Aufnahmefähigkeit herab und sie wird schließlich auf eine Temperatur kommen, wo sie gerade soviel Wasser enthält, wie sie in Anbetracht dieser Temperatur aufnehmen kann. Letztere nennt man den Taupunkt; denn bei weiterer Abkühlung muß sich das Wasser in Tropfen ausscheiden. Diese Kondensation erfolgt aber nur an festen Körpern; jedoch

gelten schon die kleinsten in der Luft vorhandenen Staubteilchen, welche nicht einmal mikroskopisch wahrzunehmen sind, als „Kondensationskerne". Um sie bilden sich erst ganz kleine mikroskopische Tröpfchen, zu welchen neue hinzukommen, bis der Tropfen sichtbar ist, für die Luft zu schwer wird und schließlich herabfällt. Wir können diese soeben beschriebene Bildung von Wolken auch auf der Erde verfolgen. Über feuchten Niederungen, wo die Luft am meisten mit Wasser gesättigt ist, tritt bei beginnender Abkühlung am Abend zuerst dieser Kondensationsprozeß in Gestalt von Bodennebel ein.

Nachdem wir nun erkannt haben, daß die Abkühlung der Luft die Hauptveranlassung für die Kondensation ist, wird es nicht schwer sein, zu verstehen, daß den Grund für die mächtigen Wolkenbildungen aufsteigende Luftströme abgeben. Wir wissen ja, daß damit eine Abkühlung von 1 Grad auf 100 Meter Erhebung verbunden ist. — Früher glaubte man allerdings, daß die Wolken durch Mischung verschieden warmer Schichten zustande kämen. Heute aber zieht man diese Theorie nur noch zur Erklärung dünner gleichmäßiger Schichtwolken (Stratus) heran. Jene dicken, runden Haufenwolken (Cumuli), besonders stark ausgeprägt in den schwarzen Gewitterwolken — die übrigens ihre dunkle Färbung nur infolge Beschattung durch obere Wolken haben —, sind allein die Folge aufsteigender Luftströme.

Die Luftschiffahrt hat auch in diesen komplizierten Vorgängen Aufschluß gegeben. Wer sollte anders die Wolken richtig beurteilen können, als der Luftschiffer,

der mit Camera und Psychrometer hinauffährt, sie beobachtet und photographiert, sowie die thermischen und Feuchtigkeitsverhältnisse der betreffenden Luftschichten feststellt. Manches hat man ja aus Wolkenbeobachtungen vom Erdboden aus entnehmen können. Doch man sieht hier nur die untere Seite der Wolke. Genaueres über Gestalt sowohl als Entstehung können nur Messungen an Ort und Stelle ergeben. So werden die Ballonbeobachtungen unbedingt über kurz oder lang die Veranlassung werden, eine ganz neue Einteilung der Wolken einzuführen, welche nicht die äußere Gestalt, sondern die Entstehung und Zugehörigkeit zu bestimmten Luftschichten als Leitmotiv hat.

Umgekehrt erweist die wissenschaftliche Aëronautik der praktischen den Dienst, daß sie lehrt, wie man vor der Fahrt aus Wolkenbeobachtungen Erkundigungen über höhere Schichten einziehen kann, ferner aber auch während der Fahrt aus Temperatur und Feuchtigkeitsmessungen vorher erfahren kann, ob an dem betreffenden Tage Wolkenbildungen zu erwarten sind oder nicht. Die Wolkenfrage ist natürlich für den Aëronauten von großer Wichtigkeit, einmal da die Orientierung durch sie erschwert wird, besonders aber, weil in der Ballonführung bei Dauerfahrten auf die Bewölkungsverhältnisse Rücksicht zu nehmen ist. Gleichmäßige Wolkendecken kann man vorteilhaft benutzen, während unregelmäßige durchaus nicht über dem Ballon geduldet werden dürfen, wenn es irgend möglich ist sie zu überfliegen. Oft lagert auf dem Boden oder in ganz geringer Höhe über ihm eine Wolkenschicht

von wenigen Hundert Metern Mächtigkeit, sodaß der aufsteigende Luftschiffer recht bald — ich möchte sagen — „durch Nacht zum Licht" getragen wird; denn bald schon sieht er die Sonne durch die Wolken hindurchscheinen und fährt dann den ganzen Tag im schönsten Sonnenschein, während die Menschen unten über schlechtes Wetter klagen. Schwer ist es für ihn nur, die Orientierung zu behalten. Da kommt ihm aber der Umstand zu Hilfe, daß bisweilen an tiefliegenden gleichmäßigen Wolkendecken jede Besonderheit des Terrains sichtbar wird. Besonders die Flüsse heben sich mit allen Nebenflüßchen und Windungen scharf ab, indem sie tiefe Einschnitte in der Wolkenschicht zur Folge haben, wie es unter anderen Professor Erk, Direktor der Bayrischen Meteorologischen Zentralstation, einmal*) sehr schön geschildert hat. Er erörtert dabei auch die Gründe für diese sonderbaren Abbildungen und diskutiert die Ansicht, daß die tiefere Temperatur des Wassers lokale absteigende Luftströme hervorruft, welche die Wolken wieder auflösen, wie das oft durch Fallen des Ballons über Seen erkannt werden könne. Eine andere Möglichkeit ist die, daß durch fließende Gewässer horizontale Luftströmungen in der Richtung des Flußlaufes und kleine Wirbel erzeugt werden, und hiermit würde auch die Beobachtung übereinstimmen, daß ein tieffliegender Ballon zuweilen den Windungen eines Flusses bis ins einzelne folgt, wenn seine Bahn ihn nicht zu scharf schneidet.

An der Aufklärung solcher Vorgänge haben na-

*) Ill. Mitt. der Oberrh. V. f. L. 1. 37. 1897.

türlich beide, Aëronautik und Wissenschaft, gleiches Interesse.

Als allgemein interessant soll noch angeführt werden, daß die Feuchtigkeit der Luft nach oben nicht selten sehr schnell abnimmt. Es kommt schon in einer Höhe von 1500 Metern vor, daß unter 10 % relativer Feuchtigkeit gemessen wird, wie man es an der Erdoberfläche nur in Wüsten kennt. Das würde nun immerhin noch einer absoluten Feuchtigkeit von etwa 1 g (im Sommer) entsprechen; über 5000 Meter sind jedoch niemals mehr als einige Zehntel Gramm Wassergehalt im Kubikmeter beobachtet worden.

Die Schichtenbildungen.

Alle vorgenannten Beobachtungen über Temperatur und Luftfeuchtigkeit gipfeln in dem Bestreben, Regelmäßigkeiten in den Schichtenbildungen der Atmosphäre nachzuweisen. Es ist schon wiederholt darauf hingewiesen, daß stets mehrere Luftschichten übereinander gelagert sind, verschieden an Herkunft, Geschwindigkeit, Zugrichtung, Temperatur, Feuchtigkeit und Staubgehalt. Vom Erdboden aus kann man sie nur unterscheiden, wenn die Feuchtigkeitsverhältnisse zu Wolkenbildungen Anlaß geben. Messungen vom Ballon aus haben aber gezeigt, daß stets und ständig — wenn man nur hoch genug steigt — diese ganz eigentümlichen plötzlichen Änderungen im Verhalten der beobachteten Elemente beim Aufsteigen vorkommen, die den Übergang aus einer Luftschicht in eine andere kenntlich machen. Betrachtet man nur

Messungen, die das Resultat weniger, zeitlich von einander getrennter Fahrten sind, so wird man leicht alle Versuche Regelmäßigkeit in der Anordnung der Schichten zu finden als gescheitert ansehen. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, als sei die Luft über uns täglich anders geordnet. Auch hierin gestatteten erst die systematischen Aufstiege, die unter dem Namen des „Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt" von Berlin aus veranstaltet wurden, und deren sachgemäße Verarbeitung einen tieferen Einblick. So hat man sehr häufig Schichten gefunden, deren Feuchtigkeitsgehalt in der ganzen Vertikalerstreckung konstant war, während die Temperatur mit der Höhe fast adiabatisch abnahm (1 Grad auf 100 Meter), bis am oberen Rande Wolkenbildung eintrat. Es sind das Luftmassen, die im Aufsteigen begriffen sind. Sie verschaffen uns mittags die Cumulusdecke, welche dem Luftschiffer zwar oft die Aussicht auf die Erde und damit die Orientierung nimmt, ihn aber durch den großartigen Anblick der überall emporquellenden weißen Wolkenköpfe, die alle in derselben Höhe sind, entzückt. Es ist diese Erscheinung ein sicheres Zeichen, daß über der aufsteigenden feuchten Schicht eine trockenere liegt, die vielleicht langsam fällt und deshalb sich dynamisch erwärmt. Über den Wolken ist also Luft von höherer Temperatur, die den Wolkenbildungen der unteren eine scharf abgeschnittene obere Grenze setzt und dadurch oftmals Niederschläge verhindert. Allmählich vermischen sich nun, wenn der aufsteigende feuchtkalte Luftstrom andauert, die beiden aufeinandertreffenden Schichten, und es ent-

steht eine sogenannte Störungs- oder Mischungsschicht, die sich dadurch auszeichnet, daß die Temperatur auf viele Hundert Meter vertikaler Erstreckung ziemlich konstant bleibt.

Diese Untersuchungen über Schichtenbildungen, deren Nachweis man in erster Linie A. Berson verdankt, sind in neuester Zeit in eifrigster Weise betrieben worden, seitdem man erkannt hat, welche Bedeutung ihnen im Wärmehaushalt unserer Atmosphäre zukommt. Professor Assmann hat die Möglichkeit jüngst*) gezeigt, sie für die Wetterprognose zu verwenden und damit diesem mit der Meteorologie so eng verknüpften, dem öffentlichen Wohl dienenden Wissenszweige ganz neue Bahnen eröffnet. Und so steht zu erhoffen, daß gerade die Lehre von den Schichtungen der Luft bedeutende Erfolge für die Wissenschaft zu Tage fördern wird, wenngleich das klärende Wort darüber noch nicht gesprochen ist. Welche große Rolle hierbei die Luftschiffahrt spielt, liegt klar auf der Hand.

Wie gewöhnlich, wenn man zur Nutzanwendung der theoretischen Ergebnisse für die Luftschiffahrt übergeht, findet man die erfreuliche Thatsache, daß man alles zu seiner Zeit verwerten kann, wenn man nur mit diesen Dingen vertraut ist. Von hohem Interesse sind die Übergänge von einer Schicht in die andere. Nur ausnahmsweise werden beide dieselbe Zugrichtung und Geschwindigkeit haben. Meistenteils bemerkt man daher einen nur wenige Sekunden andauernden Luftzug, wenn der Ballon die Grenzschicht durchschneidet. Diese seltene Erscheinung fällt sofort auf, besonders wenn

*) Das Wetter. 1902, Heft 7.

man schon darauf vorbereitet ist und aufachtet. Wie schon einmal ausgeführt, hilft sie uns über Wolken eine Richtungsänderung zu bemerken.

Eine andere Eigentümlichkeit der Grenze zweier Luftschichten ist schon genannt worden: Die Dunstschicht. Die Luft, besonders die der Erde benachbarte, führt nämlich stets eine Menge kleiner, fester Bestandteile mit sich, Produkte der Erde, wovon der englische Gelehrte Aitken bis 200 000 in einem einzigen Kubikcentimeter gemessen hat. Diese sind so klein und so leicht, daß ihr Gewicht der aufsteigenden Luft keinen Widerstand entgegensetzt, sondern sie einfach mitgenommen werden. Treffen nun eine auf- und eine abwärtsströmende Luftschicht zusammen, so wird der in beiden vorhandene Staub an der Fläche abgesetzt, wo diese Berührung stattfindet, und das nennen wir dann Dunstschicht. Durch Kondensation an den kleinen Stäubchen wird die Trübung und Undurchsichtigkeit noch erhöht.

Von diesen Dunstschichten zu unterscheiden sind die Dunstmassen, welche über Großstädten und bedeutenden Industriestädten aufsteigen und sich in grauschwarzen Wolken von mehreren Hundert Metern vertikaler und einigen Tausend Metern horizontaler Ausbreitung in das Land hineinwälzen. Man kann diese Dunstmassen, wenn sie gerade stark auftreten, wohl über 60 Kilometer weit verfolgen. Besonders der Anblick Berlins wird dem Luftschiffer oft durch diese Schmutzmassen — es ist nichts anderes — entzogen, auch wenn keine gewöhnlichen Wolken am Himmel sind.

Wenn die Feuchtigkeitsgrade bei den horizontalen Grenzschichten zweier Luftmassen von verschiedener Zugrichtung und Geschwindigkeit und Temperatur zu Wolkenbildungen Anlaß geben, so bietet sich das schönste Schauspiel dar, das der Luftschiffer zu sehen bekommt: Die entstehende Wolkenschicht beginnt zu wogen und zu wallen, und mächtige Wolkenwogen von großer Regelmäßigkeit türmen sich hoch auf. Gerade, als ob sich Meer unter dem Beschauer ausbreitet, aber größer, gewaltiger und vor allen Dingen — lautlos! Befindet sich der Ballon in diesen Wogen, so wird er unaufhaltsam emporgetragen, um bald wieder Hunderte von Metern zu fallen. Sah man eben von einem Wellenrücken nach beiden Seiten hinab in tiefe Wolkenschluchten, so wird man sich bald darauf von diesen kolossalen Wolkenrändern eingeschlossen sehen. Und bei diesem erhabenen Schauspiel herrscht vollkommene Ruhe! Die Erde ist den Blicken entzogen, über dem Ballon lacht die Sonne ob unseres Schaukelspiels. Erheben wir uns höher, so sehen wir unten weithin parallele Wolkenwogen dahinziehen. Wenn sich dann in den Wolkenthälern — wie das oft geschieht — durch die abwärtsgerichtete Luftbewegung die Wolken auflösen, entstehen parallele Wolkenstreifen, die auch dem Erdenpilger zu Gesicht kommen, und wenn ferner senkrecht zu diesen Streifen abermals sich Wogen bilden, giebt es doppelt gewellte Wogenwolken, die jedem als sogenannte „Schäfchen" bekannt sind. Hermann von Helmholtz, der große Berliner Physiker hat uns erklärt, weshalb sich diese Luftwellen in der Grenz-

schicht verschiedener Luftmassen bilden müssen, doch würde ein näheres Eingehen hierauf in die theoretische Physik führen.

Schneewolken unterscheiden sich aus der Ferne nicht sehr von den bisher betrachteten, aus Wassertropfen zusammengesetzten Gebilden. In ihrem Verhalten und ihrer Entstehung bilden sie auch keinen Gegensatz zu Regenwolken. Ob sie sich aus diesen erst bilden, ist noch eine Streitfrage. Genaue Beobachtungen darüber liegen leider — soviel ich weiß — nicht vor. Es ist zuerst durch Prof. Assmann bei Untersuchungen auf dem Brocken nachgewiesen worden, daß trotz einer Lufttemperatur von mehreren Graden unter dem Gefrierpunkte Wolken nur aus kleinen Wassertröpfchen bestehen, die also offenbar in überkaltetem Zustande sind. — Auch der Nebel in kalten Wintertagen besteht nicht aus Schnee oder Eiskristallen. — Sollten nun bei weiter fortschreitender Kondensation aus diesen nun größer werdenden Tropfen Eiskristalle entstehen? Man beobachtet in Wolken, daß erst vereinzelt, dann immer zahlreicher kleine, ganz einfach gebildete Kristalle sich unter die Tröpfchen mischen, wenige Millimeter lange, sechseckige Nadeln, von deren Mitte oft ein Seitenzweig senkrecht ausgeht. Immer größer werden die Nadeln, immer komplizierter ihre Formen, bis schließlich die Wassertröpfchen alle verschwunden sind und dicke Schneeflocken in den Korb hineinfliegen. Bisher herrscht die Ansicht vor, daß der Übergang von dem gasförmigen Zustand in den festen direkt vor sich geht.

In größeren Höhen giebt es ferner Wolken, die



Fig. 17. Geschlossene Cumulusschicht 400 m unter dem Ballon.

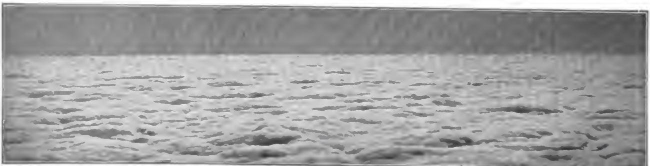


Fig. 18. Wolkenmeer von einem hoch darüber schwebenden Freiballon aus gesehen.

nur aus feinen Eisnadeln bestehen. Schon vom Erdboden aus erkennt man das an Sonnenringen, die, wie bekannt, durch Brechung des Sonnenlichtes in den sechskantigen Nadeln hervorgerufen werden. Befindet man sich über diesen Eisnadelwolken, so hat man den scharf begrenzten bunten Ring unter sich. Solche Gebilde heißen Cirren. Jedem sind sie bekannt, diese feinen weißen, strahlenförmigen Gebilde, dem einen als „Windwolken", Vorboten des Sturmes, dem andern als „Schönwettercirren". Das erstere, wenn ihr Aussehen grotesk und imposant, ihre Geschwindigkeit groß ist. Unter dichteren Cirren findet zum Erstaunen aller Meteorologen trotz der unmeßbar kleinen Luftfeuchtigkeit bisweilen regelrechter Schneefall statt.

Optische Erscheinungen.

Der Ballon eignet sich auch sehr gut dazu, die Erscheinungen zu beobachten, welche wir unter dem Namen „Meteorologische Optik" zusammenfassen. Von Sonnenringen war soeben schon die Rede; Nebensonnen sind bisweilen mit ihnen verknüpft. Aber wenn ein warmer Luftstrom über einen kälteren hinwegzieht — wovon schon mehrfach die Rede gewesen ist — so ist ja die Bedingung für eine fata morgana gegeben! Und wirklich erzählen Luftschiffer von umgekehrten Bildern des Erdbodens.

Eine regelmäßige Erscheinung ist der Schatten des Ballons: über der dunkeln Kugel noch ein Schattenkegel, alles umgeben von einer Aureole. Man sieht ihn noch aus Höhen über 1000 Meter mit wechselnder Deut-

lichkeit — je nach der Farbe des Untergrundes — über Wald, See und Feld hinwegstreichen. Besonders, wenn dicht über einer lockern Wolkenschicht dieses Bild sichtbar wird, macht es einen wunderbaren Eindruck. Auch das eigentliche Brockengespenst — den scheinbar vergrößerten Schatten des Ballons mit allem Zubehör, umrahmt von farbigen Ringen — sieht man nicht selten. — Wie schon einmal hervorgehoben, ist ein Sonnenauf- und Untergang, vom Ballon aus gesehen, eines der unvergleichlichsten Naturschauspiele.

Der Wind.

Das letzte der hier zu betrachtenden meteorologischen Elemente ist der Wind in seiner Richtung und Stärke. Der nichtlenkbare Freiballon eignet sich für seine Beobachtung vorzüglich. Da er sich ja mit der Schnelligkeit und in der Richtung des Windes fortbewegt, braucht man nur — was schon aus rein aëronautischen Gründen erforderlich ist — hier und da einige Ortschaften, über die man hinwegfliegt, festzustellen und ihre Namen mit der zugehörigen Zeit zu notieren, um späterhin die Zugrichtung und Geschwindigkeit der betreffenden Luftschicht, in welcher sich der Ballon befand, berechnen zu können.

Was schon Wolkenbeobachtungen ergeben hatten, wurde durch die Luftschiffer bestätigt und in bester Weise ergänzt. In den untersten Schichten (bis 200 oder 300 Meter) nimmt die Windstärke gewöhnlich sehr schnell zu, wenn man aufsteigt. Um den Grund zu erkennen, muß das nicht nach Luftschifferart mit wachsender Höhe, sondern umgekehrt so ausgedrückt

werden: Durch die Reibung der Luft am Erdboden ist die Windgeschwindigkeit der untersten Schichten erheblich verringert. — Über dieser Region findet sich im Durchschnitt eine allmähliche Zunahme mit der Höhe; doch muß man hier nach den Windrichtungen unterscheiden: Ostwinde nehmen in der Regel an Stärke ab. Der Grund hierfür liegt in den allgemeinen oder großen atmosphärischen Strömungen, die von West nach Ost gehen, also den Westwind verstärken, dem Ostwinde jedoch entgegen wirken.

Natürlich ist die Stärke des Windes dort oben genau so großem Wechsel unterworfen, wie hier am Boden. Etwas Wind giebt es zwar immer, aber dennoch ist es vorgekommen, daß Ballons an einem ganzen Tage nicht mehr als 25 Kilometer Fahrt gemacht haben. Dem gegenüber steht als schnellste die Todesfahrt von Sigsfelds vom 1. Februar 1902, wo im Durchschnitt 123 Kilometer in der Stunde zurückgelegt sind. Die größte Durchschnittsgeschwindigkeit während 75 Minuten war 200 Kilometer pro Stunde. Da aber hierbei größere Änderungen der Höhenlage des Ballons vorkamen und die Windgeschwindigkeit gleichmäßig mit der Höhe zunahm, obgleich Ostwind herrschte, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß die unerhörte Zahl von 270 Kilometern pro Stunde oder 75 Metern in der Sekunde durchfahren ist. Natürlich haben die Insassen keine Wahrnehmung davon gehabt. — Solche Windstärken sind aber große Ausnahmen, die Regel ist 20 bis 40 Kilometer in der Stunde für Fahrten in geringen Höhen, bei Hochfahrten 40 bis 60.

Ebenso unregelmäßig und abhängig von der jeweiligen Wetterlage ist auch die Windrichtung. Mit der Höhe erleibet sie aber ziemlich regelmäßige Änderungen. Man hat gefunden, daß bei flachen barometrischen Hochdruckgebieten der Wind in oberen Schichten nach rechts herum dreht, in Depressionen eher etwas nach links. Besonders in ersterem Falle sind Änderungen um 100 Grade der Windrose und darüber keine Seltenheit. Für niedere Fahrten in Gebieten, die nicht ausgesprochen einem Maximum oder Minimum angehören, gilt der Erfahrungssatz, daß der Ballon auf der Isobare fliegt, das heißt über diejenigen Gegenden hinwegzieht, welche denselben Luftdruck haben, wie er bei der Abfahrt am Ausgangsorte herrschte. Hiermit kommt man in der Regel aus, wenn man die Fahrtrichtung vorher bestimmen will; doch stehen dem Luftschiffer nicht selten Überraschungen bevor, die ihm jedoch nicht unangenehm sind, da es ein Beweis von interessanten und komplizierten Witterungsverhältnissen ist, wenn er zuerst nach Nord fliegt, eine Schwankung nach Ost ausführt und schließlich im Westen landet.

Wenn wir in unseren Ausführungen jetzt einmal innehalten und das über den Zusammenhang zwischen Meteorologie und Luftschiffahrt Gesagte überblicken, so müssen wir, denke ich, zu dem Resultate kommen, daß die wissenschaftliche Luftschiffahrt ein außerordentlich günstiges Gemisch von Theorie und Praxis ist, von gleich hoher Bedeutung für beide. Sie führt der praktischen Luftschiffahrt begeisterte Anhänger aus

Kreisen hinzu, die für diesen Sport hohes Verständnis haben. Ein Meteorologe kann niemals ein Stubenhocker sein. Da muß man hinausgehen ins Freie und bei Wind und Wetter seine Beobachtungen machen. Gerade wenn die Natur in der wildesten Aufregung ist, giebt sie am leichtesten ihre Geheimnisse preis. Wer ferner am Studiertisch über die dynamischen Probleme der Luft nachgedacht hat, wird noch am schnellsten die Lehren erfassen, welche ein bewährter Führer dem angehenden Aëronauten mitteilt. Es ist daher kein Zufall, daß aus den Reihen der Meteorologen und Physiker so mancher anerkannt tüchtige Luftschiffer hervorgegangen ist, der zuerst den Ballon nur als Mittel zum Zweck ansah, allmählich aber von den sportlichen Reizen so sehr erfaßt wurde, daß hier und da rein sportliche Erfolge unter wissenschaftlicher Flagge gewonnen wurden. Man kann weiter gehen und die Meteorologie als unentbehrlich für die Luftschiffahrt bezeichnen. Wie eine Durchforschung der Meere für die Sicherheit und Förderung der Seeschiffahrt von grundlegender Bedeutung ist, so hat auch die Physik der Atmosphäre der Aëronautik die Wege geebnet und wird ihr noch immerfort wichtige Fingerzeige geben müssen, wenn neue Probleme durchgeführt werden sollen. Wenn es der sportlichen Luftschiffahrt darauf ankommt, die höchsten Leistungen mit Ballons zu erzielen, so muß eben der Führer alle jene kleinen und kleinsten Mittel anwenden, welche die Meteorologie ihm an die Hand giebt. Wie viele Mißerfolge der „Lenkbaren Luftschiffahrt", die mit unendlich viel Verlust an Kapital,

Genie und Arbeitskraft verknüpft sind, wären erspart geblieben, wenn man schon bessere Kunde über die Natur der Atmosphäre gehabt hätte und gewohnt gewesen wäre, die Vorgänge in der Luft rechnerisch in Anschlag zu bringen.

Nun, ebenso wie die Naturwissenschaftler den Wert der Forschung im Ballon richtig einschätzen, wie es seine Verwendung im Dienste verschiedener Gebiete beweist, giebt es heutzutage auch niemand unter den in Fachkreisen anerkannten Luftschiffern, der nicht durch tieferes Eindringen in die Meteorologie deren Nutzen anerkännte.

Um so erfreulicher ist es, daß ein inniges Zusammenarbeiten zwischen allen Kreisen, die sich mit Luftschiffahrt beschäftigen, zu stande gekommen ist in der Internationalen aëronautischen Kommission. Auf deren Veranlassung senden sportliche Vereine, militärische Luftschifferabteilungen und aëronautische Observatorien — von einigen Privatpersonen unterstützt — an jedem ersten Donnerstag im Monat ihre Ballons und Drachen in die Luft, deren Beobachter und Registrierinstrumente nach ein und demselben Programm die wünschenswerten Resultate herabholen. Diese werden dann an die Zentralstelle in Straßburg eingesandt, die Professor Hergesell verwaltet. Nachdem alles verarbeitet und geordnet ist, wird es so publiziert, daß es von einem jeden Fachmann zu Studien benutzt werden kann. Es läßt sich von einem Werke, das mit so viel Einheitlichkeit, Organisation und Liebe durchgeführt wird, das Beste für die Zukunft erwarten. Die Notwendigkeit eines internationalen Unterneh-

mens liegt auf der Hand. Von einer einzigen Ballonfahrt erfährt man nur den Zustand der Atmosphäre über der betreffenden Gegend. Erst wenn die über andern Ländern gewonnenen Beobachtungen damit verglichen werden können, wird man imstande sein, grundlegende Sätze über die allgemeinen und großen atmosphärischen Vorgänge aufzustellen. Aus diesen ist dann für später eine Besserung unseres Prognosenwesens zu erwarten, das über die allerersten Versuche soeben erst hinauszuschreiten beginnt.

Die Luftelektrizität.

Über zwei geophysikalische Gebiete sollen einige Ausführungen diesen meteorologischen Erörterungen hinzugefügt werden: Luftelektrizität und Erdmagnetismus.

Schon seitdem Franklin aus Drachen, die mit Spitzen versehen waren, Funken zog, weiß man, daß Elektrizität in der Luft ist. Woher sie kommt und in welcher Form sie sich darin befindet, darüber wissen wir wenig mehr als Franklin. Es ist aber gelungen einige elektrische Erscheinungen zu verfolgen und in ihrer Unregelmäßigkeit doch einige Gesetze zu finden, auf denen wir weiter aufbauen müssen, bis wir eben das Geheimnis lüften können, welches noch heute — scheinbar undurchdringlich — über dem Wesen des Gewitters ruht. Die Luftschiffahrt giebt uns hier die einzige Möglichkeit Messungen über die elektrischen Eigenschaften höherer Schichten anzustellen. Es giebt jetzt zwei Methoden der luftelektrischen

Ballonmessung: Die des elektrischen Potentialgefälles in der Atmosphäre und die der Leitfähigkeit der Luft in Bezug auf Elektrizität.

Die Messungen des Potentialgefälles sind die älteren. Sie geschehen mittels Kollektoren. Das sind isoliert aufgehängte lange Schnüre oder Ketten, an denen Wasser hinabfließt. Sie haben die Eigenschaft, genau die Spannung der Luftelektrizität anzunehmen, die an der Abtropfstelle herrscht. Nimmt man nun zwei verschieden lange Schnüre, so kann man an gewöhnlichen Goldblattelektrometern den Spannungsunterschied messen. Diesen letzteren nennt man Potentialgefälle, wenn man ihn auf ein Meter Höhendifferenz reduziert. Beobachtungen am Erdboden ergaben, daß die Luft unter normalen Verhältnissen positiv, die Erde negativ elektrisch ist, daß aber das Gefälle stark wechselt. Aus Ballonmessungen, die von dem Franzosen Le Cadet, dem Wiener Professor Tuma und dem Berliner Physiker Professor Börnstein angestellt wurden, geht nun übereinstimmend hervor, daß dieses Gefälle in allen erreichten Höhen noch vorhanden und immer noch positiv ist, wenn keine Wolken in der Nähe sind, daß es ferner allmählich abnimmt und in 5—6 Kilometer zu verschwinden scheint. Es ergab sich ferner, daß Wolken und Dunstschichten elektrische Ladung besitzen. Wenn auch das Vorzeichen wechselt, so scheint die negative Elektrizität doch auf Wolken häufiger vorzukommen. Die positive Elektrizität, deren Vorhandensein in der Luft aus den Messungen hervorgeht, muß also an anderer Stelle gesucht werden.

In den letzten Jahren ist es nun mit Hilfe der so-

genannten „Jonentheorie“ gelungen, eine Erklärung hierfür zu geben. Diese basiert auf der durch physikalische Gründe gestützten Anschauung, daß in jedem Gase, also auch in der Luft, materielle, positiv und negativ elektrische Teilchen von äußerster Kleinheit — Jonen — vorhanden seien. Setzt man nun der Luft einen elektrisch geladenen Körper aus, so zieht er die mit entgegengesetzter Elektrizität behafteten Teilchen an und gleicht seine Ladung allmählich damit aus. So findet man nun, daß negativ elektrische Körper ihre Ladung schneller verlieren wie positive, und begründet diese Thatsache damit, daß in der Luft mehr positive Jonen vorhanden sind. Ballonmessungen sind bisher nur wenig angestellt worden, sie haben teils widersprechende Resultate gehabt und die Zukunft wird erst lehren, ob wir dem Ziele näher kommen werden. Jedenfalls ist die Luftschiffahrt zur Fortsetzung dieser Versuche unentbehrlich.

Aber auch an Gegenleistungen fehlt es von seiten der Luftelektriker nicht. Sie haben den Ballonstoff auf seine Elektrisierbarkeit durch Besonnung und Reibung untersucht und damit für die Sicherheit der Luftschiffahrt sowohl, als auch die Dauerhaftigkeit des Stoffes sich Verdienste erworben, wie näher ausgeführt ist, als vom Ballonstoff die Rede war.

Der Erdmagnetismus.

Größere praktische Bedeutung für die Luftschiffahrt hat die Schwesterwissenschaft der Luftelektrizität, der Erdmagnetismus. Seine drei „Elemente“, Ho-

rizontalintensität, Deklination und Inklination, ändern sich am Erdboden in bestimmter Weise, wenn man seinen Ort wechselt, wie durch die magnetischen Landesaufnahmen festgestellt wird. Wenn man nun im Ballon die Änderung an Apparaten messen könnte, würde eine Orientierung möglich sein, auch wenn Wolken die Erde dem Blicke der Luftschiffer entziehen. Der verstorbene Magnetiker Professor Eschenhagen hat im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt zu Berlin darauf hingewiesen, und es steht zu erwarten, daß hierdurch ein brauchbares Orientierungsmittel gefunden ist. — Umgekehrt sind die Fragen, über welche die Luftschiffahrt den Erdmagnetikern Aufschluß geben soll, sehr vielseitig. Doch leider liegen bisher noch keine Messungen vor. Da aber die nächsten Jahre jedenfalls Neues bringen, sollte an dieser Stelle wenigstens auf die Beziehung zwischen Aëronautik und Erdmagnetismus hingewiesen werden.

Die Astronomie.

Auch für die Astronomie kann die Luftschiffahrt Verwendbarkeit haben, wenn weniger der messende, als der beobachtende Teil in Frage kommt. So wurden beispielsweise am 16. November 1899 Ballons in Paris und Straßburg emporgeschickt, um ungehindert durch eine tiefliegende Wolkenschicht die „Leoniden" genannten Sternschnuppenschwärme zu beobachten. Wenn auch nur wenige Meteore gesehen wurden — bekanntlich erlebte die ganze Welt eine große Enttäuschung —, konnte der Ballon auch hier zeigen, daß

er ein wissenschaftliches Hilfsmittel von allgemeiner Bedeutung sei.

Ich bin überzeugt, daß sich noch manche Wissenschaft finden läßt, die großen Nutzen aus Ballonmessungen ziehen kann. Es läßt sich im Korbe ganz ruhig und ungestört beobachten, wenn nicht etwa eine feste Aufstellung der Meßapparate Bedingung ist. Allerdings wird es fast immer notwendig sein einige wenige Orientierungsfahrten zu unternehmen, deren Resultate am besten nicht verwertet werden, da man sich an den Anblick der Erde und der Wolken vom Ballon aus sowie die eigenartige Art der Beobachtung in der Gondel erst gewöhnen muß.

Aber auch durch gelegentliche Beobachtungen kann der Luftschiffer wirken. So sind sie gebeten alles, was sie über den Flug der Vögel Bemerkenswertes sehen, an die ornithologischen Vereine zu berichten. Es ist eigentümlich, wie selten man im Ballon Vögel zu sehen bekommt. Sie schweben in viel tieferen Regionen, als man gewöhnlich annimmt, und gehen niemals oder nur selten durch Wolkenschichten hindurch. Überraschend ist die einige Male beobachtete Schnelligkeit im Steigen. Störche flogen in wenigen Minuten mehrere Kilometer hoch! Für derartige Nachrichten erweist sich die Ornithologie dankbar, indem sie denen, die das Flugproblem auf dynamischem Wege — durch Flugmaschinen — lösen wollen, manch wertvolle Kunde über die Kunst des Fliegens geben kann. Hierin müssen wir erst von den Vögeln lernen, die ja größere Übung haben.

Die Geographie.

Dieses Kapitel über die wissenschaftliche Luftschiffahrt möge schließen mit dem Berichte über Anwendung des Ballons in der Geographie. Es liegt auf der Hand, daß viele Schwierigkeiten, die einer Durchforschung unbewohnter und schwer zu bereisender Länder entgegenstehen, vollständig in Wegfall kommen, wenn man im Ballon darüber hinwegfährt. Schon in den ersten Jahren nach ihrer Entstehung wurde vorgeschlagen, die Luftschiffahrt zur Aufnahme unbekannter Gegenden zu verwenden, und wenn diese Ideen auch damals noch nicht reif zur Ausführung waren, so ist es doch interessant, daß so früh schon die Bedeutung des Ballons erkannt ist. Wir haben von Plänen gehört das Mittelmeer, ja sogar den Atlantischen Ozean zu überfliegen. Französische Luftschiffer und Gelehrte wollen Zeitungsberichten zufolge in nächster Zeit eine Durchquerung der Sahara versuchen. Allen diesen Unternehmungen voran an Wichtigkeit, Kühnheit und Verwirklichung steht das Projekt der Erforschung des Nordpols mittels Luftballons.

Diese Idee, welche mit Andrées traurigem Schicksal sicherlich nur einen vorläufigen Abschluß gefunden hat, ist ebenfalls nicht neu. In der Mitte des 19. Jahrhunderts tauchten mehrere Vorschläge auf. Ein deutscher Physiker Dr. E. Meißel aus Kiel, der französische Luftschiffer Sivel, ein englischer Seeoffizier John P. Cheyne und zuletzt die bekannten französischen Luftschiffer Hermite und Besançon haben

gut durchgearbeitete Projekte aufgestellt. Hiervon war das deutsche und das englische technisch undurchführbar. Die andern scheiterten an der Geldfrage. Erst dem schwedischen Ingenieur S. A. Andrée gelang es, die Akademie der Wissenschaft zu Stockholm von der Durchführbarkeit seines Planes zu überzeugen und von schwedischen Gönnern, Alfred Nobel und Oskar Dickson, die nötigen Mittel zusammenzubringen. Die Expedition Andrées muß man vom damaligen Stande der Polarforschung aus betrachten. Trotz der denkbar größten Anstrengungen und des unerschrockensten Vorgehens vieler tüchtigen Forscher hatte man in den letzten Jahrzehnten darin nur ganz unmerkliche Fortschritte gemacht. Aber nun war vom Nachbarlande Schwedens, Norwegen, die Framexpedition unter Nansen hinausgezogen und kehrte ruhmbedeckt wieder heim, nachdem sie den 86. Breitengrad erreicht hatte. Sie berichtete, daß der Weg über das Eis sehr schwierig und teilweise unmöglich sei. Das alles waren Gründe, um Andrées Frage: Warum nicht durch die Luft? nicht ungehört verhallen zu lassen. Zweifellos besteht zwischen Norwegen und Schweden ein edler Wettstreit um die Erforschung des Nordpols. Und wenn auch die Behauptung, Andrées Fahrt sei ein schwedisches Konkurrenzunternehmen, mit nicht ganz verständlicher Entrüstung zurückgewiesen ist, so wird doch seine große Popularität und die Bereitwilligkeit, mit der man auf seine Vorschläge einging, auf Rechnung des Verhältnisses zu Norwegen zu setzen sein. Übrigens wäre es denn wirklich nicht zu verteidigen, wenn jene drei Schweden ihr Leben für

den wissenschaftlichen Ruhm ihres Vaterlandes gewagt hätten?!

Andrée hatte vier Bedingungen aufgestellt, wie uns Professor Nils Ekholm berichtet:

1. Der Ballon muß eine so große Tragkraft besitzen, daß er drei Personen mit ihrem Gepäck, allen zu den Beobachtungen erforderlichen Instrumenten, Lebensmitteln für vier Monate, Geräten, Werkzeugen, Waffen ꝛc. und Ballast tragen kann, alles zu einem Gesamtgewicht von 3000 Kilogramm berechnet.

2. Der Ballon muß so luftdicht sein, daß er während 30 Tagen sich in der Luft schwebend halten kann.

3. Die Füllung mit Gas muß in den Polargegenden geschehen können.

4. Der Ballon muß zu einem gewissen Grade lenkbar sein.

Durch einen Seidenballon von 6000 Kubikmeter Wasserstoff, der durch schwere Schlepptaue in einer mittleren Höhe von 250 Meter über der Erdoberfläche gehalten wird, dessen Füllung auf Spitzbergen vorgenommen werden kann und dessen Lenkbarkeit eine Segel- und Abtriebsvorrichtung besorgt, würde demnach eine recht gute Sicherheit für einen glücklichen Erfolg gegeben gewesen sein. Aber es sind zwei wunde Punkte zu nennen: Genügt die Zahl von 30 Tagen, um die Polargegenden zu überfliegen und bewohnte Länder zu gewinnen? Besonders aber: Konnte die Gasdichte der Hülle garantiert werden?

Zur Beantwortung der ersten Frage fehlen genügende Beobachtungen über die Windgeschwindigkeit am

Pole. Andrée nimmt eine von 7,5 Meter pro Sekunde an, bedenkt aber scheinbar nicht, daß die Schlepptaue eine bedeutende Verzögerung hervorbringen müssen. Unter der Annahme einer Geschwindigkeit von 7,5 Meter würde die Reise von Spitzbergen nach der Beringstraße (3700 Kilometer) allerdings nur 6 Tage erfordert haben, also hatten die Reisenden eine fünffache Sicherheit. Recht bedenklich aber hätten doch die Messungen der Tragkraftabnahme jeden Beteiligten stimmen müssen. Professor Ekholm giebt an, daß der Ballon im Jahre 1896 wo man ungünstiger Winde halber die Abfahrt auf das nächste Jahr verschieben mußte, täglich 68 Kilogramm an Tragkraft verloren hatte, im Jahre 1897 berechnet derselbe sogar 111 Kilogramm! Die Schuld lag an den Nähten, welche die einzelnen Bahnen des Stoffes zusammenhalten. Der Stoff selbst war so vorzüglich, daß Andrée die Größe des Ballons von 6000 auf 4800 Kubikmeter herabgesetzt hatte. Es wurde nun zwar allerlei gethan, um den Schaden zu verbessern. Leider scheint — nach den Angaben Ekholms — doch nicht mit der nötigen Gründlichkeit vorgegangen zu sein. Dieser Gelehrte fühlte sich daher verpflichtet, zurückzutreten, und die weitere Entwicklung zeigte, mit welchem vollen Rechte. So ungefähr standen die Dinge, als am 11. Juli 1897 um 2[30] nachmittags Ornen (der Adler) mit seinen drei Insassen, außer Andrée noch die Ingenieure Strindberg und Fränkel, bei frischem Südsüdwest von Virgos-Hafen auf Spitzbergen abfuhr. Zum Überfluß ging schon bei der Abfahrt der größte Teil

der Schlepptaue verloren, der Ballon schoß dadurch auf 700—800 Meter Höhe. Ein unheilvoller Verlust!

Während der ersten Tage nach dem Aufstieg, so lange noch keine Kunde von den kühnen Forschern angelangt war, erfüllten trübe Ahnungen alle Welt. Andrée hatte sich zwar gute Erfahrungen in der praktischen Luftschiffahrt erworben und seine Lenkvorrichtungen auf manchen kleineren Fahrten angewandt. Aber man erinnerte sich jetzt daran, daß er noch niemals Versuche gemacht hatte, einen Ballon mehrere Tage in der Luft zu halten. Er hatte auch leider gar keine Gelegenheit gehabt, sein Gefährt von ungewöhnlichen Dimensionen praktisch zu erproben. Würde er sich den Unfall bei der Abfahrt als Warnung dienen lassen und baldmöglichst landen, sodaß er auf dem mitgenommenen Schlitten wieder heimkehren konnte?

Es vergingen qualvolle Wochen, bis die erste Nachricht kam. Eine Taubenpost, die am 13. Juli abgesandt war, meldete, daß der 82. Breitengrad überschritten. Die Richtung sei nach Ostsüdost. Alles wohl an Bord. Ähnliche Meldungen folgten in längeren Zwischenräumen. Aber es rief Beunruhigung hervor, daß die Fahrt so langsam vorwärtsschreite. Schließlich blieben alle Nachrichten aus, nur hier und da wurde dem Publikum ein falsches Andrée-Gerücht aufgetischt. Auch die Freunde und Verwandten der mutigen Männer, Andrées Frau, Strindbergs Braut, die anfangs von Tag zu Tag, von Woche zu Woche auf günstige Meldungen warteten, die nach einem Jahre die Hoffnung nicht aufgaben und bei der Neubesetzung von Andrées

Stelle noch eine Möglichkeit der Rettung sahen, allmählich mußten sie sich doch wohl darein finden, daß die erste große Polarexpedition im Ballon das Leben der drei kühnen Teilnehmer gefordert hatte.

Wie sie umkamen, wer könnte es sagen? — Ob sie in ein Gebiet mit Windstille hineingerieten, ob sie bald nördlich, dann wieder südlich flogen, bis die geringe Tragkraft des Ballons aufgebraucht war, ob die Schlepptaue sich im Eise festklemmten, oder irgend ein besonderer Unglücksfall sich ereignete — vielleicht bekommen wir über diese Fragen Aufschluß, wenn die Reste der Expedition von den wandernden Eismassen in südlichere Breiten gebracht werden.

Wir wollen lieber die Frage aufwerfen, ob durch diesen Mißerfolg die Methode der Polarforschungen im Ballon im Prinzip als verfehlt hingestellt ist.

Wenn man die Rechtfertigung Nils Ekholms über seinen Rücktritt liest, kann man sich unmöglich des Eindrucks erwehren, daß hier doch manches vernachlässigt ist. Es wird ausgerechnet, daß der Ballon noch nicht 10 Tage sich in der Luft halten konnte, eine Beschädigung am vorletzten Tage der Abfahrt gar nicht mitgerechnet. Dabei ist es als sicher anzunehmen, daß Andrée und seine Genossen sich hierüber gar nicht unterrichtet hatten. Außerdem ist es bedauerlich, daß die öffentliche Meinung in Schweden ihn zur Abreise zwang; als er 1896 unverrichteter Dinge zurückkehrte, hatte er manchen bittern Vorwurf hinnehmen müssen. Andrée war nicht der Mann, der das ertragen konnte. Im Sommer 1897 war es für ihn gewiß, daß er abfahren würde, wenn nur

einen Tag Südwind wehe. Lieber das Leben verlieren, als die Ehre! Er hatte das Projekt angeregt, er mußte es durchführen, obgleich aus seinen hinterlassenen Schriften deutlich genug hervorgeht, daß er an seine glückliche Rückkehr nicht glaube. Sollte seine vollständige Hoffnungslosigkeit vielleicht der Schlüssel zu der sonst unverständlichen Leichtfertigkeit sein? — Wer wollte es wagen, über solche Männer, die ihr Leben unter so tragischen Umständen einbüßten, den Stab zu brechen! Hier sollte auch nur gezeigt werden, daß man aus dem Mißlingen der Andréeschen Expedition nicht zu folgern brauche, daß sein Plan falsch war. Und wenn erst Erfahrungen über mehrtägige Fahrten vorliegen und Beobachtungen über Windstärken und Windrichtungen aus höheren Breiten günstige Resultate geben, so wird wieder der Plan einer Durchquerung der arktischen Gegenden mittels Ballons auftauchen. Wieder werden sich Männer der Wissenschaft finden, denen die Forschung höher steht, als das Leben. Und wenn auch einige Expeditionen noch mißlingen sollten, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß ein *Luftballon* es sein wird, der den Menschen zum Nordpol bringt.

Fünftes Kapitel.

Registrier- und Fessel-Ballon; Drachen.

Wenn ein Überblick über den heutigen Stand der Luftschiffahrt gegeben werden soll, so dürfen wir uns keinesfalls auf die bemannten Freifahrten beschränken. Es müssen auch unbemannte Freifahrten, sowie bemannte und unbemannte Fesselfahrten mit in den Gesichtskreis einbegriffen sein. Doch werden wir gut thun, dabei nicht in Einzelheiten aufzugehen.

Wie die Natur dafür sorgen soll, daß „die Bäume nicht in den Himmel wachsen", so verwehrt sie auch dem Menschen über ein bestimmtes Maß in die Atmosphäre einzudringen. Man geht nicht fehl, wenn man behauptet, daß in 10 Kilometern Höhe die Grenze des Erreichbaren liegt. Aber der Mensch ist bekanntlich nie zufrieden mit dem, was ihm gewährt wird, er sucht und findet auch Mittel, die Grenzen der terra incognita — oder vielmehr aer incognitus — noch etwas weiter hinaus zu verlegen. Wenn er selbst nicht imstande ist, größere Höhen zu erreichen, so

erdenkt und konstruiert er Apparate, die zwar die tiefe Temperatur und den geringen Luftdruck sorgsam aufzeichnen, aber weniger darunter leiden, als er es thun würde.

Solche Registrierballons, die in einem kleinen Korbe Registrierapparate für Luftdruck und Temperatur tragen, in Frankreich „ballons sondes" genannt, brauchen natürlich nicht so groß zu sein, wie bemannte Ballons. Immerhin hat man Größen bis zu 200 Kubikmeter angewandt. Man stellt sie meist aus billigem Material her, weil sie doch vollkommen dem Spiel des Windes überlassen sind und es da gar zu leicht möglich ist, daß sie in das Meer getrieben werden oder in großen Wäldern und andern unbewohnten Gegenden lange Zeit liegen bleiben, den Unbilden der Witterung preisgegeben. Es ist daher leicht begreiflich, wenn sie auch „ballons perdus" heißen. Übrigens kommt es auffallend selten vor, daß Registrierballons verloren gehen. Sie bleiben bisweilen wochenlang, ja mehrere Monate unbemerkt liegen. Aber einmal werden sie doch gefunden und dem Absender, der sie schon verloren gab, zurückgesandt. Es ist das für unser eng besiedeltes Europa recht bezeichnend. Nur wenige kommen nicht wieder. Sie werden dem Meere, dem Erbfeinde der Luftschifffahrt in jeder Gestalt, zum Opfer gefallen sein.

Abgesehen davon, daß doch die allerersten Ballons unbemannt aufstiegen, gebührt der Ruhm, zuerst ballons sondes zu wissenschaftlichen Zwecken benutzt zu haben, den Franzosen Gustave Hermite und Georges Besançon. In den letzten 10 Jahren ist

dieser nue Zweig der aëronautischen Forschung zu hoher Blüte gekommen. Überall, wo aëronautische Observatorien oder ähnliche Institute sich befinden, hat man die Technik dieser Ballonaufstiege verbessert. Auf Kongressen und durch persönlichen Verkehr tauschte man seine Erfahrungen aus und half gegenseitig größere Vollkommenheit zu erreichen. An erster Stelle stehen hier das Observatoire de la météorologie dynamique des Privatgelehrten Léon Teisserenc de Bort in Trappes bei Paris, das aëronautische Observatorium des Preußischen Meteorologischen Institutes unter Professor Assmann in Reinickendorf bei Berlin, sowie die Versuchsstation des Meteorologischen Landesdienstes von Elsaß-Lothringen unter Professor Hergesell in Straßburg.

Teisserenc de Bort brachte leichte Papierballons zur Anwendung, die billig genug sind, um sie nach einmaligem Gebrauche wegwerfen zu können. Sonst sind aber auch Stoffballons im Gebrauch. Der Aufstieg erfolgte oft derart, daß der Ballon nur teilweise gefüllt und mit großem Auftrieb losgelassen wird, wobei er ja steigen muß, bis das Gas den dargebotenen Raum ganz einnimmt und der Auftrieb auch verbraucht ist. Dabei kommen aber häufig Störungen dadurch vor, daß beim schnellen Aufsteigen der Luftwiderstand den Ballon zusammendrückt, so daß er platzt oder doch stark pendelt. Man kam deshalb auf den Gedanken, den Auftrieb anfangs thunlichst gering zu machen und ihn dann allmählich zu vergrößern. Zu diesem Zwecke befestigte man einen Ballastsack unter dem Ballon, der seinen Inhalt — Sand, Wasser oder

eine nicht gefrierende Flüssigkeit — während des Aufstieges ausschüttete. Bei diesen Einrichtungen sind nun noch zwei Unannehmlichkeiten zu nennen: Einmal dauern die Fahrten sehr lange und die Ballons fliegen zu weit, zweitens wird der Aufstieg mit der Annäherung an den Kulminationspunkt immer langsamer. Während nun das erste nach Prof. Assmanns Vorschlag durch Anbringung eines automatischen Ventilöffners leicht vermieden werden kann, ist letzteres zu sehr im Prinzip des Ballons begründet, um ohne größere Änderung der Technik und ohne Einbuße der Tragfähigkeit abgestellt zu werden. Und doch ist es von der größten Wichtigkeit, daß der Registrierballon schnell steigt und schnell fällt, da ja die so notwendige Aspiration des Thermographen dadurch bewirkt wird.

Professor Assmann war es vorbehalten, diesen Übelstand vollkommen zu beseitigen. Er veranlaßte die Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover, ganz besonders elastische Gummiballons herzustellen, die ihr Volumen bei der Ausdehnung des Gases beträchtlich vergrößern können. Solche Ballons behalten den ihnen einmal erteilten Auftrieb bei, solange sie steigen, also bis sie platzen. Nun kann man natürlich den Registrierapparat nicht ohne weiteres herabfallen lassen; daher mildert man die Geschwindigkeit durch einen Fallschirm. — Diese Gummiballons steigen also mit zunehmender Geschwindigkeit bis auf ihre Maximalhöhe, weswegen die Angaben ihrer Registrierinstrumente bis obenhinauf richtig sein müssen. Bei andern Methoden konnten die Angaben aus den größten Höhen selten benutzt werden,

weil man nie sicher war, daß sie frei von Strahlungseinflüssen sind. Die neue Methode hat ferner den Vorzug, daß man nur kleine Ballons von wenigen Kubikmetern braucht, die zwar nur einmal verwandt werden können, aber auch billig genug sind.

Aufstiege mit Gummiballons dauern natürlich nur kurze Zeit; in 2 bis 3 Stunden ist der Apparat wieder unten. Er hat keine weiten Strecken durchlaufen, sondern giebt das, was man von einer „Luftsonde" verlangt: Kunde von dem Zustande der über seinem Aufstiegsorte lagernden Luftsäule bis zu den größten Höhen von 20, ja 30 Kilometern.

Auf der 3. Versammlung der „Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt", die während der Pfingstwoche 1902 in Berlin tagte, wurde der Gummiballon zum ersten Male öffentlich gezeigt und erwarb sich allgemeine Anerkennung. Ja, kein Geringerer als der Berliner Astronom Professor Wilhelm Förster weihte ihm beim Frühstück im Kasino des Luftschifferbataillons einen poetischen Trinkspruch, den ich mit gütiger Erlaubnis des Autors hier folgen lasse:

Das Lied vom Gummiballon.

„Morituri te salutant."

Hinauf, hinauf zum Himmel mich erhebend
Bin ich ein Diener Eurer Geistesmacht,
Auf Euren Wink der Menschenwelt entschwebend
Trag' ich hinauf, was Euer Witz erdacht,
Trag' ich hinaus das zarte Spiel der Fragen,
Die Ihr hoch oben dort dem Weltlauf stellt,
Dort oben, wo auch Eurem kühnsten Wagen
Vernichtung drohend in die Arme fällt.

Auch mir droht die Zerstörung, doch ich ende
Erst nach Empfang der Antwort, die Euch frommt;
Es ist mein Tod, durch den in Eure Hände
Danach die Botschaft aus der Höhe kommt.
So steig' ich hin — der Aufschwung wächst im Steigen —
Bald ist das Ziel erreicht, das Werk gethan!
Natur und alle ihre Kräfte neigen
Sich dem, was heller Menschengeist ersann.

Die unbemannten Ballons haben also den Zweck, die Resultate der bemannten Fahrten, die ja wegen der bessern und zuverlässigern Art der Messung doch immer den Ausgangspunkt für exakte Untersuchungen bilden müssen, in Bezug auf die Höhe zu erweitern. Es ist nun aber auch recht wünschenswert, die Änderungen im Zustande der Luft verfolgen zu können und dazu muß die Anzahl der Beobachtungen vermehrt werden. Am leichtesten geschieht dieses durch Fesselballons und Drachen. Wenn auch die genannten Forschungsmethoden sich nur auf geringere Höhen erstrecken, so genügen sie doch, um das Bild zu vervollständigen. Denn es ist nie zu vergessen: Je näher die Luftschichten der Erdoberfläche liegen, um so größer ist ihr unmittelbarer Einfluß auf das Wetter.

Fesselballons, von denen wir uns zuerst unterhalten wollen, sind natürlich nicht allein zu meteorologischen Zwecken angewandt worden. Im Gegenteil sind sie hierzu erst recht spät herangezogen. Hauptsächlich finden sie zu militärischen Zwecken Verwendung. Ferner ist es seit vielen Jahren ständiger Gebrauch geworden, daß eine größere Industrie- oder Gewerbeausstellung ihren Besuchern Gelegenheit bietet, sich das bunte Bild einmal von oben anzusehen. Leider ist es fast ebensosehr zur Gewohnheit geworden, daß



Fig. 19. Drachen-Fesselballon, System Parseval-Sigsfeld.



Fig. 20. Fesselballon, fertig zum Aufstieg.

diese Riesenfesselballons platzen oder sonstiges Unheil anrichten. Es sind eben zu bedeutende Kräfte, die dabei „gefesselt" werden müssen.

Aber auch sonst haben die Fesselballons, besonders die kugelförmigen, keinen guten Ruf. Ganz im Gegensatz zu Freifahrten ist der Aufenthalt in ihnen bei der geringsten Luftbewegung recht unangenehm. Auf den früher verwandten kugelförmigen Fesselballon wirken zwei Kräfte, der Auftrieb senkrecht nach oben, der Wind in horizontaler Richtung. Die Folge davon ist, daß er sich ähnlich dem Satz vom Parallelogramm der Kräfte unter einem gewissen Winkel einstellt. Ist der Wind schwach, so wird die Abweichung von der Vertikalen klein sein, während Sturm ihn zu Boden drückt. In den untersten Schichten unserer Atmosphäre ist nun die Windstärke sehr unregelmäßig; auch kommen unten häufig Wirbel sowie kleine auf- und absteigende Ströme vor. Das alles bewirkt, daß der Fesselballon schwankt und sich fortwährend dreht. Der Korb schaukelt derart, daß man sich festbinden muß, um nicht hinauszufallen. Kein Wunder, wenn mancher Fesselballonfahrer dieselben Empfindungen hat wie sein Kollege zur See und der Luft widerwillig seinen Tribut zahlt.

Nun war es aber zu militärischen Zwecken unbedingt notwendig, daß vom Ballon aus genau beobachtet und einige Skizzen entworfen werden konnten. So wurde nun von vielen Seiten versucht, den Fesselballon stabiler zu machen. Man erkannte, daß dem Winde schräg entgegengestellte Flächen nach oben gedrückt werden und suchte solche

Drachenflächen mit dem Ballon, der nach unten gedrückt wird, zu vereinigen. Nach vielen Versuchen ist es nun gelungen, einen solchen Ballon zu konstruieren. Es ist der Parseval-Sigsfeldsche Drachenballon von der Ballonfabrik A. Riedinger in Augsburg. Ein cylindrischer Ballon, der durch halbkugelförmige Flächen an beiden Enden abgeschlossen ist, wird durch entsprechende Fesselung unter einem Winkel von 30—35 Grad gegen die Horizontale gestellt. Dieselbe Kraft also, welche den Kugelballon nach unten drücken würde, hat hier eine Vergrößerung des Auftriebs zur Folge, welche sich mit der erstgenannten Wirkung wieder aufhebt. Nun ist der Ballon aber aus Stoff und also kein starrer Körper. Winddruck würde also eine Veränderung der Form zur Folge haben, wenn nicht in äußerst geistreicher Weise wiederum der Wind gezwungen würde, selbst diese Wirkung automatisch auszugleichen. Der untere Teil des Hohlcylinders enthält nämlich ein von außen nicht sichtbares Ballonet, das eine Öffnung an der unteren Drachenfläche hat. Durch eine Art Stoffventil ist das Eintreten der Luft immer möglich, wenn außen ein stärkerer Druck herrscht als innen, ein Austreten der inneren Luft dagegen wird verhindert. Die Folge hiervon ist, daß der Ballon immer prall voll ist und, weil der innere Druck mindestens dem äußeren Winddruck gleich ist, eine Veränderung der äußeren Form nicht erleiden kann. Ein Sicherheitsventil sorgt dafür, daß der innere Druck nicht etwa ein Platzen der Hülle hervorruft. Ferner ist, um Seitenschwankungen zu vermeiden, der hintere Teil

mit einem ebenfalls automatisch durch den Wind gefüllten Steuersack und einigen zu einem Schwanz vereinigten Windtrichtern versehen. Seitlich angebrachte mit Schnüren gefesselte Flügel dienen zur Vergrößerung der wirksamen Drachenfläche.

Bewunderungswürdig ist die geschilderte geniale Ausnutzung des Windes zur Aufhebung seiner nicht gewünschten Eigenschaften. Es ist daher leicht begreiflich, daß dieser Drachenballon sich in allen Ländern schnell eingeführt hat, sowohl zu militärischen Rekognoszierungszwecken, als auch im Dienste der Wissenschaft, und den kugelförmigen Fesselballon ganz verdrängte. Er wird in verschiedenen Größen hergestellt und ist meist für Wasserstofffüllung berechnet. Größere, etwa 600 Kubikmeter fassende Ballons werden an Stahlkabeln gehalten, die durch eine Winde ab- und aufgewickelt werden, während die kleineren für meteorologische Zwecke bestimmten, die nur 68 Kubikmeter Inhalt haben und deshalb nur Registrierinstrumente tragen können, an dünnern Kabeln gehalten werden. Bei plötzlichen Böen kommt es aber doch hier und da vor, daß ein Drachenballon abreißt. Für diesen Fall sind dem bemannten Ballon 1 bis 2 Sack Ballast zur Landung mitgegeben. Natürlich wird der Insasse das Ventil ziehen und dann vor dem Aufsetzen seinen Ballast ausgeben. Da keine Reißleine vorgesehen ist, folgt dann zumeist eine Schleiffahrt, der man sich wohl am besten durch Hinausspringen entzieht. Es sind viele solcher Fälle vorgekommen, aber die Landungen waren stets überraschend glücklich.

Die mit Fesselballons erreichbaren Höhen hängen

außer vom Auftrieb, d. h. von der Größe des Ballons, noch vom Wind, hauptsächlich aber vom Gewicht des Kabels ab. Mit größerer Höhe muß zugleich ein größeres Gewicht gehoben werden. Für militärische Zwecke genügt eine Höhe von mehreren 100 Metern, während die meteorologischen Observatorien ihre kleinen Ballons bis 3000 Meter im günstigsten Falle treiben können. Ein Hauptnachteil haftet dem Drachenballon in seiner Verwendung zu meteorologischen Forschungen an: Er bietet der fließenden Luft einen zu großen Widerstand und verlangt eine besondere Festigkeit des haltenden Kabels. Windstärken über 10 Meter p. Sek. wird man ihn deshalb nicht gern aussetzen. Und wenn solche Winde auch am Erdboden seltener vorkommen, so sind sie in 1000 Meter Höhe doch schon recht häufig. Drachenballons sind also bei schwachem Winde sehr geeignet zur Erforschung der Luft, bei Windstille geben sie — wenn wir von ballons sondes absehen — die einzige Möglichkeit. Herrscht aber stärkere Luftbewegung, so werden andere Methoden vorgezogen, von denen wir jetzt sprechen wollen.

Mancher Leser wird, wenn er nicht gerade das zweifelhafte Glück hat, geborener Großstädter zu sein, in seiner Jugend gewiß dem Sport des Drachensteigens auf herbstlichen Stoppelfeldern gehuldigt haben. — In diesem Sinne ist er also Zunftgenosse; denn der Drachen gehört unzweifelhaft zur Aëronautik. — Er wird sich auch schon eine Meinung darüber gebildet haben, wie es zugeht, daß solch Drache, der doch entschieden schwerer ist als Luft,

dennoch emporgehoben wird. Die bewegte Luft übt auf eine Fläche einen gewissen Druck aus, der senkrecht auf diese Fläche wirkt. Stellt man nun letztere schräg zum Wind und hält sie in dieser Lage durch entsprechende Fesselung fest, so ist es klar, daß sie nach oben gedrückt wird. Das geschieht umsomehr, je stärker der Wind ist und je näher der Winkel, den dieser mit dem Winde bildet, an die Normalstellung von 20 bis 30 Grad herankommt.

Dieses uralte Drachenprinzip ist schon vor der Erfindung des Luftballons zur Erforschung der Atmosphäre herangezogen worden. Wir wissen, daß Benjamin Franklin mit ihm die elektrische Natur des Gewitters bewies. Dieses geschah in der Mitte des 18. Jahrhunderts. Und doch wurde die Technik des Drachensteigens erst in neuester Zeit von wissenschaftlicher Seite wieder aufgenommen und dann zur heutigen Blüte gefördert. Einem Amerikaner A. Lawrence Rotch, dem Direktor des meteorologischen Observatoriums auf dem Blue Hill bei Boston, verdankt man die Einführung dieses neuen Hilfsmittels. Seitdem dort 1894 die ersten Versuche, meteorologische Registrierinstrumente aufsteigen zu lassen, glückten, ist Amerika bis heute in der Drachentechnik für andere Versuche vorbildlich geblieben, wenn auch die Drachenstationen in Berlin und Trappes, sowie die neuesten Versuche der Deutschen Seewarte in Hamburg (unter Professor Köppen) sich den amerikanischen würdig zur Seite stellen und schon durch neue eigne Ideen dieser aëronautischen Methode zur weiteren Ausbildung verholfen haben.

Besonders die Form der Drachen ist mehrfach geändert und verbessert worden. Aus der großen Zahl sind es jedoch zwei Typen, die immer wiederkehren und nach ihren Erfindern, Eddy und Hargrave, benannt sind. Der erste, auch „Malayischer Drache" geheißen, entspricht ungefähr der bei Kindern üblichen Form. Vorteilhafter ist jedoch, wie Versuche ergaben, der Hargrave- oder Kasten-Drachen. Im Herbst 1902 sah man auch ihn schon unter dem Namen „amerikanischer Drache" von Kindern benutzt werden. Ein aus leichten, aber festen Stäben gebildetes Gestell, das seine außerordentliche Festigkeit einer Versteifung durch Stahldrähte verdankt, wird oben und unten mit Stoff überzogen. Die Herstellung dieser Drachen ist ein eignes Kunstgewerbe geworden. Und nur durch große Übung, Geschicklichkeit und sauberste Ausführung kann es dahin gebracht werden, daß sie gut „im Winde stehen" und nicht durch Seitenschwankungen, Kopfschießen und sonstiges ungebärdiges Benehmen eine Unstabilität zeigen. Je größer die Drachen sind, um so schwieriger ist ihr Bau und um so besser muß ihre Versteifung sein. Dabei wird ihr Gewicht pro Quadratmeter Drachenfläche zwar ungünstiger, aber der gesamte Winddruck wächst doch in stärkerem Grade, sodaß größere Drachen besser wirken als kleinere. Um ein Zahlenbeispiel zu geben, führe ich an, daß bei einer Windgeschwindigkeit von 10 Meter p. Sek. ein Quadratmeter eines Drachens, der unter einem Winkel von ca. 30 Grad gegen den Wind steht, 2,5 Kilogramm trägt. Ein 3 Quadratmeter großer Drache, dessen Eigengewicht etwa 2 Kilo-

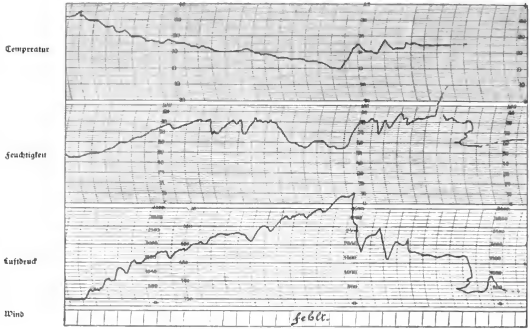


Fig. 21. Registrierungen bei einem Drachenaufstieg.

gramm ist, kann also mit $5^1/_2$ Kilogramm belastet werden. Wird nun aber die Windgeschwindigkeit größer, beispielsweise doppelt so groß, 20 Meter, so wächst nicht etwa der Zug des Drachens in demselben Verhältnis, sondern quadratisch: er erreicht dann die vierfache Stärke; nach anderen Theorien sogar kubisch, die achtfache. — So wenig ist unsere Kenntnis vom Verhalten zusammendrückbarer Medien, wie Luft, vorgeschritten, daß diese wichtigsten Gesetze noch nicht genau festgestellt sind. Dieser Mangel tritt nicht nur hier, sondern noch viel fühlbarer bei der Aviatik, der Theorie von Flugmaschinen, zu Tage. —

Was wird nun einem Drachen mit so geringer Tragkraft alles aufgebürdet? Sein eignes Gewicht ist schon abgerechnet, daher kommt außer seinem Registrierapparat, der 1 bis 2 Kilogramm wiegt, besonders der Haltedraht in Betracht. Hierzu kommt gegenwärtig ausschließlich Klaviersaitendraht zur Verwendung. Seine Bruchfestigkeit beträgt je nach der Dicke (0,7 bis 1,0 Millimeter) 83 bis 164 Kilogramm (wie ich einer Veröffentlichung von Professor Assmann entnehme). Sein Gewicht ist 3,2 bis 6,5 Kilogramm pro 1000 Meter Länge. Vergleicht man diese Zahlen mit der angegebenen Tragfähigkeit des Drachens, so ergiebt sich, daß dieser ohne Apparat nur auf einige Hundert Meter steigen kann, wenn wir Wind von durchschnittlicher Stärke voraussetzen. Nun, man hilft sich sehr einfach: Wenn ein Drache den Draht nicht allein tragen kann, so müssen ihm andere bei dieser Arbeit helfen. Durch Anwendung einer größeren Anzahl

von Drachen gelingt es dann, beträchtliche Höhen zu erreichen.

Ein Drachenaufstieg geht also folgendermaßen vor sich: Der Draht ist um eine Winde gewickelt, die für größere Experimente mit Dampfmaschine oder Elektromotor von mehreren Pferdekräften getrieben wird und ein schnelles und langsames Abwickeln sowie Einholen des Drahtes gestatten muß. Diese Winde ist meist recht kompliziert eingerichtet. Man kann z. B. am aëronautischen Observatorium in Reinickendorf, dessen Drachenwinde wohl die beste der zur Zeit existierenden ist, die Menge des abgelaufenen Drahtes, die Schnelligkeit, mit der dieses Abwickeln geschieht, und die Stärke des Zuges ablesen, den der Drache ausübt. Befestigt man nun am Ende des Drahtes einen größeren Drachen, so wickelt er vermöge des ihn treffenden Windes den Draht ab; es ist nur darauf zu achten, daß dieses nicht zu schnell geschieht, weil dadurch die relative Windgeschwindigkeit an den Drachenflächen und mit ihr die Tragfähigkeit des Drachens verringert wird. Erst wenn dieser erste Drache ruhig steht, wird der Registrierapparat an dem Drahte befestigt; neuerdings bringt man indes den Apparat in dem Drachen selbst an, wo er vor Beschädigungen sehr gut geschützt ist. Nun hat man beim Ablassen des Kabels zu prüfen, ob der Drache seine Last noch tragen kann. Von Zeit zu Zeit wird Halt gemacht und beobachtet, ob er sich „aufrichtet", das heißt, ob er unter Einfluß der größeren relativen Windgeschwindigkeit höher zum Zenit aufrückt. Geschieht das nicht mehr genügend, so wird ein zweiter

Drachen am Drahte befestigt und so fort, je nach der Windstärke alle 1000 bis 1500 Meter. Während der entstehenden Pausen muß sorgfältig aus der Länge des abgelaufenen Drahtes und dem Winkel, den das Kabel mit dem Boden bildet, unter Berücksichtigung des Durchhanges die Höhe der Drachen bestimmt werden, um sich davon zu vergewissern, daß das noch ablaufende Kabel wirklich zur Vergrößerung der Höhe und nicht etwa nur der Entfernung beiträgt. — Letzteres geschieht, wenn die Windstärke mit der Höhe abnimmt. — Außerdem muß man fortwährend den Zug des Drachens kontrollieren, um von der Festigkeitsgrenze des Drahtes immer weit genug entfernt zu bleiben. Da die untersten Drahtstücke den stärksten Zug auszuhalten haben, wird nach dem Vorschlage Teisserenc de Bort's ihr Durchmesser immer etwas größer genommen. Meteorologische Beobachtungen ergänzen die Arbeit des aufsichtführenden Beamten.

Mit größerer Höhe und stärker werdendem Zuge kommen die beunruhigenden Erwägungen: Werden die Drachen den Winddruck ertragen können, wird der Draht auch nicht reißen? Wird die Windgeschwindigkeit nicht plötzlich wachsen? Da kommt von der Winde auch schon die Meldung, daß der Zug stärker werde und schon 120 Kilogramm betrage. Die Katastrophe tritt ein — ein Ruck und der Draht fällt herab. Die noch sichtbaren untersten Drachen verschwinden hinter den Bäumen, die das Observatorium umgeben! —

Nun geht es auf die Suche. Mit Fahrrädern und

Automobilen wird die „Drachenjagd" aufgenommen. Den abgerissenen Draht verfolgend, findet man einen Drachen nach dem andern, schließlich auch den Registrierapparat und muß zufrieden sein, wenn nicht alles zerschlagen ist. Ja, das sind die Leiden des Drachensteigenlassens! Was ist da von dem „Kindervergnügen" übrig geblieben? —

Von den Verfahren der Fesselungen von Drachen und Apparaten am Drahte und den geistreichen Vorkehrungen, das Reißen des Kabels zu verhindern, soll gar nicht die Rede sein. Das ist eine Wissenschaft für sich. — Aber der Leser wird auch aus diesen Schilderungen vielleicht schon entnehmen können, daß außerordentlich viel Übung dazu gehört, diese Drachenaëronautik lohnend zu machen. Und wenn er vielleicht selbst einmal triumphierend seinen Kinderdrachen auf einige Hundert Meter mit großer Mühe emporgebracht hat, so wird er ahnen können, was es heißt, daß ein Drachen des oben genannten A. L. Rotch die gewaltige Höhe von 5200 Meter über dem Meeresspiegel, also mehr als die Höhe des Montblanc erreichten!

So sehen wir nun, daß die Verwendung von Drachen in vielen Fällen der von Ballons vorzuziehen ist. Sie kommen bei dem in größeren Höhen stets herrschenden stärkeren Winde höher hinauf und vertragen diese Windstärken leichter als der Drachenballon. Besonders aber ist das Risiko beim Reißen des Kabels nicht so groß, weil Drachen bedeutend billiger sind. — Es ist das wohl ein Grund dafür,

daß gerade die praktischen Amerikaner die Drachenaufstiege aufnahmen. — Gegen Registrierfreiballons haben die Drachen den Vorteil, daß ihre Höhe durch die Menge des abgelaufenen Drahtes und den Winkel, unter dem die Drachen stehen, genau bestimmt werden kann, ferner daß Auf- und Abstieg langsam vorgenommen werden kann und dadurch die Thermographen Zeit haben, die richtige Temperatur ihrer Umgebung anzunehmen und aufzuschreiben. Bei ballons sondes pflegen die Temperaturen des aufsteigenden Astes höher zu sein als die des absteigenden, einesteils wegen einer begreiflichen Trägheit des Thermographen, besonders aber wegen der beim Eintreten in wärmere Luftschichten erfolgenden Kondensation von Wasserdampf am Apparat. — Besonders ist die Ventilation — dieser wunde Punkt bei Temperaturmessungen, wie wir wissen — bei Drachen weit besser und zuletzt noch ist die Temperatur nach Rotch's Ansicht bei Ballons stets etwas beeinflußt durch die strahlende Wärme des erhitzten Gassackes.

Ein Mangel der Drachen ist es jedoch, daß man bei Windstille auf ihre Anwendung verzichten muß. Hier bewährt sich wieder der Drachenballon und so ist es erklärlich, daß aëronautische Stationen jetzt mit beiden ausgerüstet sind.

Aber häufig haben wir wochenlang Wetterlagen, die sich durch geringe Windstärken in der untersten Luftschicht und bedeutend größere in der Höhe auszeichnen. — Da ist nun guter Rat teuer. Drachen kommen nicht hinauf und Drachenballons reißen ab, sobald sie von der schnelleren Strömung erfaßt werden.

Wenn ich nicht irre, waren es zuerst die Amerikaner, die deshalb ihr aëronautisches Observatorium auf ein Schiff verlegten und beim Hochbringen des Drachens gegen den Wind fuhren. Dadurch wird die relative Windgeschwindigkeit an der Drachenfläche größer und der zum Tragen des Drahtes sowie des Apparates nötige Druck geschaffen. Doch nicht nur für geringere Windstärken wird auf diese Weise die Brauchbarkeit der Drachen ermöglicht; umgekehrt hindert ja auch nichts bei zu starkem Winde in dessen Richtung zu fahren und so den Druck auf die Drachen zu schwächen.

Dieser geniale Gedanke, welcher übrigens noch vor den amerikanischen Versuchen zuerst von A. Berson geäußert wurde, wird sich noch als außerordentlich fruchtbar erweisen. Die nächsten Jahre schon werden uns Aufklärung darüber bringen, wie die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre über dem Meere sind, worüber naturgemäß bisher noch gar keine Beobachtungen vorliegen. Erst dann können wir daran gehen, den Ursprung der Depressionen in mittleren Breiten zu studieren, die Bedingungen für ihr Zustandekommen herauszusuchen, um endlich einmal unsere praktischen Meteorologen in den Stand zu setzen, auf mehrere Tage voraus das Wetter zu prophezeien, während heute das ganz regellose Erscheinen dieser ausgedehnten Wirbel, welche unser Wetter bestimmen, so etwas vollständig verhindert.

Vielleicht hat sich der Leser bei vorstehenden Erzählungen eines Staunens nicht erwehren können über

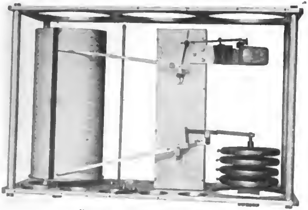


Fig. 22. Barothermograph Fueß.

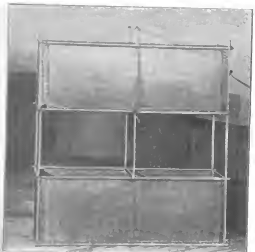


Fig. 23. Hargrave-Drachen.



Fig. 24. Ein Pariser Luftballonbrief aus dem Jahre 1870.

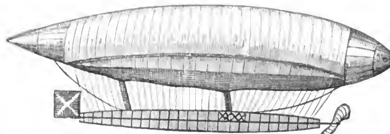


Fig. 25. Das Renard'sche Luftschiff „La France".

die glänzende Laufbahn, die der Kinderdrache in den letzten Jahren zum Heile der Wissenschaft durchgemacht hat. Sein Wirkungskreis ist aber noch größer. — Inwieweit der Drache seine Verwendung beim Militär gefunden hat, soll im Laufe des nächsten Kapitels geschildert werden.

Sechstes Kapitel.

Militärische Luftschiffahrt.

Nach den ersten Ballonfahrten am Schlusse des 18. Jahrhunderts wurden besonders unter den sanguinischen Landsleuten der glücklichen Erfinder von Luftballons, den Franzosen, sofort Stimmen laut, die den Beginn einer neuen Ära, einer andern Weltanschauung verkündeten. Wenn die Menschen in die Luft stiegen, dann mußte sich ja alles ändern. Man hielt für selbstverständlich, daß bei den „bedeutenden Fortschritten", die jedes Jahrhundert noch von sich behauptet hat, es bald gelingen würde, die Luftmaschinen lenkbar zu machen.

Die Zeit der ersten Ballons war reich an Gegensätzen, Gährungen und Kriegen. Kein Wunder daher, wenn vom Krieg in den Lüften geträumt wurde, der mittels Flugmaschinen ausgefochten wird. Nun, die Entwicklung der Luftschiffahrt war, wie wir wissen, etwas langsamer und hat große Neuerungen der Kriegführung bisher nicht zur Folge gehabt. Aber

daß eine solche wichtige Erfindung der Kriegstechnik dienstbar gemacht werden mußte, liegt klar auf der Hand.

Im ersten, geschichtlichen, Kapitel dieses Buches ist erzählt, daß schon in den Kriegen der ersten Republik gegen Österreich und zwar in den Jahren 1794 und 1795 Fesselballons mit Wasserstoffüllung unter der Leitung des unerschrockenen Coutelle mit Erfolg in Aktion getreten sind. Die Schlachten spielten sich vor hundert Jahren auf engerem Terrain ab als heute, und wenn man in einem Ballon nur hundert Meter hoch fuhr, konnte man das ganze Schlachtfeld überblicken, das Eingreifen der einzelnen Abteilungen verfolgen, Umgehungen vorhersehen, die Aufstellung der Reserven erkennen und schwache Punkte der eigenen Schlachtstellung entdecken. Nicht zu unterschätzen ist der moralische Erfolg, der nach der Chronik das Erscheinen der „tours d'observation“ auf den Gegner gemacht hat. Er verlor seine Sicherheit, fühlte sich verraten und verkauft, in seinen geheimsten Absichten durchschaut. Bei Einnahme der Festung Charleroi soll die Rekognoszierung mittels Ballon den schnellen Fall verursacht haben.

Aber die ersten Erfolge ließen auch schon Schwächen in der Verwendung des Ballons als Kriegsmaschine hervortreten: Die geringe Bewegungsfähigkeit, Mangel an geschultem Personal und noch mehr an geübten Beobachtern. — Man hatte auch hier geglaubt, die Früchte leicht und bequem ernten zu können. — Als dann noch einige Mißerfolge, an denen die Luftschiffahrt ganz unschuldig war, zu den Schwierig-

keiten der Ballontechnik hinzukamen, nämlich die Gefangennahme der 1. Luftschifferkompagnie in Würzburg und der Verlust des Materiales in der Seeschlacht bei Aboukir, da löste 1799 das Direktorium, kurzsichtig genug, die Luftschifferformationen wieder auf und verzögerte dadurch das Aufblühen der Luftschiffahrt sowohl, als besonders die erfolgreiche Einführung in das Kriegswesen um fast 100 Jahre.

Abgesehen von unwichtigen Versuchen brachten erst die Kriegsjahre 1870 und 71 die Luftschiffahrt beim Militär wieder zu Ehren. Es verließen das belagerte Paris 65 Ballons mit 155 Insassen, mehreren Hundert Brieftauben und gegen 200 Zentnern Briefe. Ja, es wurde eine richtige Ballonpostverbindung eingerichtet, indem Ballons mit Brieftauben aus Paris herausgingen und diese geflügelten Boten Nachrichten wieder hineinbrachten. Die Versuche von deutscher Seite, Ballons bei der Belagerung von Straßburg und Paris in Anwendung zu bringen, scheiterten wegen mangelnder Schulung des Personals.

Erst die zweite Hälfte der achtziger Jahre, von 1884 bis 1890, brachte eine allgemeine Einführung der Ballons in die Heere der zivilisierten Staaten mit sich. Die äußere Veranlassung war die Annahme, daß Frankreich in dem lenkbaren Ballon „La France" von Renard und Krebs im Begriff sei, ein mächtiges Übergewicht über alle andern Mächte zu bekommen.

Die Gründe für die Brauchbarkeit der Fessel- und der Freiballons in dem Heerwesen sind mannigfaltig. Besonders der Fesselballon ist jetzt schon zu

einem unentbehrlichen Hilfsmittel des Heerführers geworden. Wo bei dem Aufklärungsdienst die Kavallerie längst versagt, da kann von ihm aus die Stellung des Gegners, Umgehungen, Richtung des Hauptstoßes beobachtet, sowie in fremden, noch nicht erforschten Ländern die Orientierung vorgenommen werden. Er wird telephonisch mit dem Standorte des Kommandierenden verbunden und dieser wird dann ununterbrochen von den Veränderungen in der Schlachtlinie unterrichtet. Die Meldungen aus der Front, welche erst viel später eintreffen können, dienen dann dazu, die Ballonbeobachtungen zu bestätigen und in dem Führer das sichernde Gefühl der Richtigkeit seiner Anordnungen hervorzurufen.

Bei den großen Entfernungen, aus denen die Artillerie das Feuer beginnt, ist es für diese wesentlich über die Wirkung unterrichtet zu werden. Natürlich geht auch das am besten durch Ballonbeobachter.

Doch nicht allein für den Feldkrieg ist der Fesselballon von Wichtigkeit, im Festungs- und Positionskriege tritt seine Brauchbarkeit noch viel deutlicher hervor. Da ist für den Verteidiger sowohl, als für den Angreifenden eine möglichst fortwährende Rekognoszierung und Erkundung der gegnerischen Arbeiten notwendig. Der eine muß die Festungsanlagen, die ja geheim gehalten werden, kennen lernen, um die schwächsten Stellen zum Angriff aussuchen, das Feuer seiner Geschütze auf Magazine richten und dessen Wirkung kontrollieren zu können. Von Ausfällen früh genug unterrichtet zu sein, ist für ihn sehr wünschenswert, weil der Belagerte seine ganze

Macht auf einen kleinen Teil der weit auseinandergezogenen Cernierungsarmee wirft, der Zeit braucht, Unterstützungen von allen Seiten herbeizuziehen. Der Eingeschlossene andererseits muß die Arbeiten des Feindes, seine Streitkräfte an die Befestigungen heranzubringen und seine Geschütze günstig aufzustellen, nach Möglichkeit verhindern. Er muß auch unterrichtet werden, wenn durch Befestigung von Ortschaften Vorkehrungen getroffen werden, seine Ausfälle abzuschlagen.

Viele Versuche, die bei verschiedenen Staaten vorgenommen wurden, haben auch die Verwendbarkeit der Fesselballons bei der Marine erwiesen. Auf großen Schiffen hält es durchaus nicht schwer, die Apparate unterzubringen, die zur Bedienung erforderlich sind, zumal durch die Schiffsmaschinen die zum Auf- und Abrollen des Kabels nötigen Kräfte zur Verfügung stehen. Die Handhabung des Ballons soll auch nicht viel schwieriger sein, als auf festem Boden. Als Zweck werden — außer der Erweiterung des Gesichtskreises bei Beobachtungen der feindlichen Flotte — die Aufsuchung von Einfahrten und die Erkennung von unterseeischen Torpedosperren und neuerdings auch von Unterseebooten genannt.

Nicht dieselbe Wichtigkeit zu militärischen Zwecken legt man dem bemannten Freiballon bei. Er wird nur für den Festungskrieg benutzbar sein und zwar für beide Teile. Der Belagerer wird Freiballons so aufsteigen lassen, daß sie über die Stadt hinüberfliegen und wieder innerhalb des besetzten Terrains landen, wobei natürlich — besonders mit Zuhilfenahme der

Photographie — die wertvollsten Erkundigungen eingezogen werden können. Von der Festung aus wird man sich aber bemühen, durch Ballons, die mit Brieftauben abgehen, den Verkehr mit dem übrigen Lande herzustellen, wichtige Persönlichkeiten in Sicherheit zu bringen und so weiter, wie es eben die Kriegsgeschichte 1870 bis 71 über die Belagerung von Paris berichtet.

Im Frieden wird durch Freifahrten bei den Offizieren die Bekanntschaft mit Material und meteorologischen Vorgängen herbeigeführt, sowie die Methode der Beobachtung vom Ballon aus geübt. Zuletzt ist eine Kenntnis der Führung und Landungstechnik von Freiballons für den Fall erforderlich, daß ein Fesselballon sich losreißt oder das Kabel durchschossen wird.

Last not least sind noch unbemannte Ballons zu nennen, die in gefesseltem Zustande, wie auch als Pilotballons benutzt werden. Schon lange werden sie zum optischen Signalisieren auf größere Entfernungen benutzt, auch um Windverhältnisse höherer Schichten für Freiballons festzustellen. In neuester Zeit aber ist ihnen, sowie der ganzen Militärluftschiffahrt eine besondere Aufgabe zugefallen, nämlich mit Hilfe der „drahtlosen" Telegraphie auf weite Strecken eine enge Verbindung zwischen Truppenteilen herzustellen. Dieser Verbesserung des Nachrichtenwesens, die gerade mit Benutzung von Ballons zustande kam, verdankt man wohl die ganz außerordentliche Aufmerksamkeit, die in Deutschland und anderen Staaten den Luftschifferabteilungen geschenkt wird. Wie allgemein bekannt, werden bei der drahtlosen Telegraphie an der Geberstation starke elektrische Wellen erzeugt, die auf

der Empfängerstation in einem Fritter oder Cohärer vorübergehend eine größere Leitfähigkeit in Bezug auf elektrische Ströme hervorrufen. Solange also von jener Wellen entsandt werden, wird hier ein durch den Fritter hindurchgeschickter Strom an einem Morseapparate aufzeichnen, gerade so, als ob bei der gewöhnlichen Telegraphie ein Kontakt durch Herunterdrücken des Tasters gemacht würde. Durch längere und kürzere Dauer der Wellenerregung werden Punkte und Striche nach dem Morsealphabet geschrieben. Auch äußerlich unterscheidet sich die Geberstation der Wellentelegraphie nur durch das laute Geräusch der überschlagenden Funken von unseren üblichen Telegraphenstationen. Die Fesselballons haben nun den Zweck, Drähte, welche einesteils Wellen in die Luft entsenden, andererseits sie auffangen sollen, in größere Höhen zu tragen, weil sich gezeigt hat, daß die Wellen auf um so größere Entfernungen wirken, je höher diese Drähte geführt sind.

Die große Bedeutung dieser neuen Aufgabe der Luftschifferabteilungen, mit Hilfe der Funkentelegraphie auf weite Entfernungen nicht nur eine bloße Verständigung zweier Truppenkörper herbeizuführen, sondern vielmehr einen vollkommenen Meinungsaustausch zu ermöglichen, liegt klar auf der Hand, dennoch wäre der Wert der drahtlosen Telegraphie in Frage gestellt, wenn der Gegner durch Aufstellung ähnlicher Apparate das Gespräch belauschen könnte — wenn letzterer Ausdruck noch zutreffend wäre —. Nun sind aber schon lange Versuche angestellt, die elektri-

schen Wellen so einzurichten, daß sie nur auf Empfangsapparate wirken, die nach ganz bestimmten Gesetzen gebaut sind. Wie das geschehen kann, gehört nicht hierher. Es möge nur angeführt werden, daß die Apparate ebenso, wie bei der Akustik, auf genau bestimmte Wellenlängen „abgestimmt“ werden. Diese letztgenannten Versuche harren noch ihrer Vollendung, während sonst die praktische Durchführung der Wellentelegraphie unter den Händen der militärischen Luftschifferabteilungen schon eine bewunderungswürdige Vollendung zu verzeichnen hat.

Einige Funktionen des unbemannten Fesselballons, ja sogar des bemannten, können zeitweilig von Drachen übernommen werden. Wenn bei heftigen Winden der Fesselballon nicht mehr brauchbar sein wird, sind Drachen gerade recht geeignet, größere Höhen zu erreichen. Deshalb bürgert sich dieses einstige Kinderspielzeug auch im ernsten Kriege ein, um Signale zu geben, und die Auffangdrähte der Funken- oder Wellentelegraphie (es sind nur andere Bezeichnungen für die „drahtlose“) in die Höhe zu heben. Ja, Major Baden-Powell, dessen Name aus dem Burenkriege von der Belagerung Mafekings her bekannt sein dürfte, schreibt, daß er zeitweise nur durch Drachen die Anwendung der Funkentelegraphie ermöglicht hat. Derselbe ist es auch, der zuerst Menschen durch Drachen heben ließ. Schon 1896 nahm er Patente auf seine Methode. Er läßt nämlich durch einen oder mehrere Drachen eine Rolle heben, über die ein Seil gelegt ist, dessen eines Ende am Boden, dessen anderes am Korbe oder dem sonst zu tragenden

Gegenstande befestigt wird. Sobald der Drachen nun steigt, zieht sich auch seine Last an der Rolle in die Höhe. Es ist möglich, daß es auf diese Weise gelingt, Beobachter um einige Hundert Meter zu erheben, und dann hätte der Drache außer seiner Brauchbarkeit bei größern Windgeschwindigkeiten den Vorzug der leichteren Transportierbarkeit. Aber gefährlicher und unbequemer bleibt diese Art der Aëronautik immer. Der Fesselballon trägt doch, auch wenn er losreißt, seine Last noch aërostatisch. Die dynamischen Maschinen — es ist gerade wie in der Flugmaschinentechnik, von der das nächste Kapitel handelt — sind schwerer wie Luft und fallen ohne weiteres herunter, wenn der Auftrieb nachläßt. Nur glücklichen Zufällen kann der Insasse seine Rettung verdanken. Wenn sich daher die Drachentechnik nicht noch zu größerer Sicherheit ausbilden läßt, wird man ihre Verwendung im Kriege wohl nur auf die unbemannten Drachen beschränken müssen.

Wenn man nach diesen Betrachtungen über das, was die Luftschiffahrt im Kriege zu leisten vermag, dazu übergeht, zu schildern, welche Erfahrungen bis jetzt gewonnen sind, so muß vorweg darauf hingewiesen werden, daß in den letzten zwanzig Jahren seit Einführung des Ballons in das Heerwesen Kriege zwischen den hauptsächlichsten Großmächten nicht vorgekommen sind. Man ist also größtenteils auf ältere Urteile angewiesen, die für das ganz bedeutend verbesserte Material und die moderne Praxis gar nicht mehr zutreffen.

Die Luftschiffertruppen der ersten Republik



Fig. 26. Französischer Marine-Luftschifferpark.

wurden erst in dem Augenblick gebildet, als sie gebraucht werden sollten, indem man bekannte Luftschiffer, wie Coutelle, mit der Bildung einer Kompagnie beauftragte. Von einer Übung dieser Luftschiffer in der Behandlung des großen Fesselballons konnte natürlich infolgedessen wenig die Rede sein. Dennoch sind ihre Erfolge recht anerkennenswerte, und es ist von allen Seiten als ein Fehlgriff bezeichnet, daß — wie schon oben erwähnt ist — im Jahre 1799 weitere Versuche eingestellt wurden.

Die nächste praktische Anwendung erfuhr die Militärluftschiffahrt im Jahre 1863 im nordamerikanischen Bürgerkriege. Die Chronik verzeichnet eine recht ausgedehnte Thätigkeit des Professors Lowe auf seiten der Unions-Armee. Und wenn auch die Berichterstatter viel zu tadeln haben, daß die Ballons im bewaldeten Gelände, bei Sturm und Nebel versagt hätten und die Beobachter die wichtige Räumung Yorktowns am 3. Mai 1862 nicht früh genug erkannt hätten, daß ferner die Ballontruppen nicht beweglich genug gewesen wären, so steht dem das Urteil der beiderseitigen Heerführer entgegen. Es wird von Major Moedebeck in seinem Handbuch der Luftschiffahrt mitgeteilt. Diese beiden amerikanischen Generäle haben sich sehr befriedigt über die Thätigkeit der Ballons ausgesprochen.

Wenn wir zu den Kriegsballons der Jahre 1870 und 71 übergehen, so ist es ja bekannt, welch' außerordentlicher Schade der deutschen Kriegführung durch die Ballonpostverbindungen entstanden ist, die von den belagerten Festungen, besonders von Paris aus

eingerichtet wurden. In offenen Feldschlachten wurden Fesselballons damals noch nicht verwandt; jedoch von französischer Seite zur Orientierung in Festungskriegen. Als von deutscher Seite die Wichtigkeit der Ballons erkannt war, wurden sofort unter Hinzuziehung des englischen Luftschiffers Coxwell Luftschiffer-Detachements gebildet. Und wenn sie vor Straßburg und Paris so gänzlich versagten, so liegt das nur an der geringen Schulung der Mannschaften. Die Franzosen haben mit Fesselballons weit bessere Erfolge zu verzeichnen gehabt.

Anfang der achtziger Jahre sind englischen Expeditionen nach Afrika und französischen nach China Luftschifferabteilungen beigeordnet worden. Über ihre Wirksamkeit ist nicht viel Rühmliches zu berichten. Meistenteils haben sie den wilden Völkerschaften gegenüber nur einen moralischen Erfolg zu verzeichnen gehabt.

Jetzt haben die Engländer im Burenkriege (1900 bis 1902) allenthalben Ballons verwandt. Bei den Kämpfen von Ladysmith dienten sie dazu, die vorzüglich gedeckte Aufstellung der Burengeschütze zu erkunden und ihre Veränderung zu verfolgen. Ferner wurde in dem Feldzuge, der mit der Gefangennahme Cronjes endigte, sehr häufig die Stellung des Feindes entdeckt, besonders aber bei dem vollkommen unbekannten Gelände die Marschroute ausgekundschaftet. Als Beweis für die Zweckmäßigkeit der englischen Ballons ist die Thatsache anzusehen, daß die Burengeschütze sofort das Feuer mit großer Ausdauer auf sie richteten, wenn sie emporstiegen.

Abgesehen von den letzten Beispielen waren die Erfolge der militärischen Luftschifferabteilungen stets durch verschiedene Mängel verkleinert. Als Hauptmoment führen die Gegner des Kriegsballons seine Abhängigkeit von dem Wetter ins Feld und das ist ja auch vorläufig noch unverkennbar. Aber man muß bedenken, daß bei schlechtem Wetter auch der Gegner nicht imstande sein wird, seine Ballons in Anwendung zu bringen. Die bessere Technik wird, wie stets, so auch in der Militär-Aëronautik den Ausschlag geben.

Der weitere Einwand, der Ballontrain sei zu wenig bewegungsfähig und es sei nicht möglich, einen Ballon dort schnell aufsteigen zu lassen, wo man ihn gerade gebrauchen kann, entstand durch die schlechten Erfahrungen mit ungeübtem Personal in den früheren Feldzügen. Jetzt, wo jeder Staat seine etatsmäßige Luftschiffertruppe besitzt, welche die Friedenszeit zu eifriger Übung benutzt und auf die Verbesserungen des Materials besonderes Gewicht legt, dauert die Fertigstellung des Ballons nicht mehr viele Stunden, sondern das Preußische Luftschifferbataillon beispielsweise erledigt sich seiner Aufgabe binnen fünfzehn Minuten. Die Erklärung liegt darin, daß nicht mehr Gaserzeugungsapparate benutzt werden, von deren mehr oder weniger gutem Funktionieren die Schnelligkeit der Füllung abhing, sondern das fertige Gas in komprimiertem Zustande mitgeführt wird. Ein nicht zu unterschätzender Fortschritt ist noch der, daß nicht mehr, wie früher, Privatluftschiffer als Beobachter herangezogen werden, sondern Offiziere

dazu ausgebildet sind. Früher half man sich dadurch, daß außer dem Privatluftschiffer noch ein Offizier aufstieg. Aber der Fehler wurde dadurch nicht gehoben: Der eine konnte nicht beobachten, weil die Welt vom Ballon aus anders aussieht; der andere hatte nicht genügende militärische Ausbildung, um von dem Vielen, was er dort unten sah, das für den Heerführer Wichtige zu erkennen. Es versteht sich ferner ganz von selbst, daß Zivilluftschiffer sich nicht mit gleichem Mut und Unerschrockenheit den Gefahren aussetzen wie Offiziere, sondern lieber frühzeitig den Ballon, auch wenn gute Beobachtungsresultate gewonnen werden, zurückziehen, wenn sie in die Schußlinie geraten.

Nicht nur für das beobachtende, sondern auch für das bedienende Personal ist die persönliche Gefahr im Kriege recht groß. Stets wird der Feind streben, den unangenehmen Beobachter zu entfernen und wenn er den Ballon nicht selbst treffen kann, wird das haltende Personal der Zielpunkt seiner Kugeln sein. Wie große Strapazen die Luftschiffertruppe sonst noch zu ertragen hat, kann jeder beurteilen, der mit ihnen in Fühlung gewesen ist. Stets in Bereitschaft zu sein, günstige Witterungsverhältnisse ohne Zeitverlust auszunützen; fortwährend auf plötzliche Befehle an die bezeichnete Stelle rücken; den Ballon füllen und hochlassen; stundenlang den gefesselten Ballon hin und her transportieren; herauf und herunter lassen; in kürzester Zeit entstandene Schäden ausbessern — das alles sind Pflichten, die den Dienst der Luftschiffer außerordentlich schwer und arbeitsreich gestalten. Da-

her steht auch die Luftschiffertruppe bei allen Heeren in hohem Ansehen. Und sie ist sich ihres Wertes wohlbewußt und nimmt jede Gelegenheit wahr, alle möglichen technischen Verbesserungen vorzunehmen, um eine recht häufige und von äußeren Einflüssen freie Benutzung der aëronautischen Hilfsmittel im Kriege zu ermöglichen. Erst wenn die Heerführer auf die aëronautische Rekognoszierung sich ganz sicher verlassen können, wird ihr Ziel erreicht sein. Welche unangenehmen Folgen könnte es haben, wenn man im Vertrauen auf den Ballondienst das sonst übliche Nachrichtenwesen im Kriege verminderte und nun durch einen unvorhergesehenen Zufall der Ballon versagte!

Mit dem Augenblicke, wo die Ballons begannen in dem Kriegswesen eine Rolle zu spielen, suchte man natürlich auch nach Mitteln, sie zu vernichten. Aus den ersten Kriegen, wo Ballons verwandt wurden, findet sich keine Notiz darüber, daß einer heruntergeschossen sei, und wirklich ist es für die Artillerie sowohl, wie für die Infanterie keine einfache Aufgabe. Befindet sich der Ballon in Höhen über 600 Meter, so wird ihn eine Flintenkugel nur aus nächster Nähe erreichen, während die Schwierigkeit für die Artillerie mehr darin besteht, das Geschütz auf den Ballon richtig einzustellen. Man kann nämlich nur durch trigonometrische Messungen feststellen, ob das Geschoß vor oder hinter dem Ballon geplatzt ist, also der Elevationswinkel zu groß oder zu klein genommen war. Die im Gebrauche befindlichen Geschütze lassen aber so schräge Stellungen des Laufes, wie sie zum Be-

schießen von in der Luft schwebenden Ballons erforderlich sind, nicht zu. Es wurden deshalb noch während des deutsch-französischen Krieges von Krupp Ballongeschütze hergestellt, die jetzt in das Berliner Zeughaus aufgenommen sind. Ihre Erfolge scheinen den Erwartungen nicht entsprochen zu haben; wenigstens sind sie nicht eingeführt worden.

Zur Beschießung von Ballons finden natürlich am besten Schrapnells Verwendung, die bekanntlich in der Luft platzen und deren größte Höhe 600 Meter überschreitet. Da die bemannten Fesselballons diese nur ausnahmsweise erreichen können, so müssen sie entweder nahe an die feindliche Artillerie herangehen oder weit genug entfernt bleiben, um außer dem Bereiche zu sein. Ersteres würde sie der feindlichen Infanterie in den Weg führen, letzteres ihre Brauchbarkeit sehr verringern. Daher bleibt nichts weiter übrig, als den Ballon innerhalb des feindlichen Artilleriefeuers zu belassen und auf gutes Glück und schlechtes Schießen des Gegners sein Vertrauen zu setzen. Dabei ist die Gefahr für den Ballonbeobachter nicht viel größer als für jeden andern Soldaten in der Schußlinie, dessen Leben ja auch nur von der Gunst des Schicksals abhängt.

Bisher haben wir über die Brauchbarkeit von Ballons, militärische Operationen zu unterstützen, uns unterhalten, es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß man sich seiner auch als Waffe bedienen kann. Der Gedanke ist ebenso alt als die Luftschiffahrt selbst und doch kann noch von keinen Erfolgen gemeldet

werden. Außer einigen Schauspielen, mit denen man die Pariser der ersten Republik auf dem Marsfelde ergötzte, indem hölzerne Gebäude mittels Ballons in Brand gesetzt wurden, kennt die Kriegsgeschichte nur die Versuche der Österreicher, Venedig durch Bomben zur Übergabe zu zwingen (1849). Man konnte damals der durch die Lagunen geschützten Stadt nicht mit Artillerie beikommen, und da machte die Not erfinderisch: Bomben wurden durch Ballons emporgehoben und sollten bei günstigem Winde über die Stadt treiben und dort herabfallen. Der Gedanke ist absolut nicht von der Hand zu weisen, auch wenn damals keine Resultate erzielt wurden. Auch hier wird eine weitgehende Bekanntschaft mit Aëronautik notwendig sein. Die Konstruktion der Maschinen kann verschieden sein. Ob die Auslösung nach einer gewissen Zeit oder bei einer bestimmten Höhe erfolgt, ist ja gleichgültig. Da man jedoch die Windgeschwindigkeit am genausten messen kann, wird erstere Methode den Vorzug verdienen. Über die große Zahl von hierher gehörigen Vorschlägen, die teilweise recht geistreich sind, kann unmöglich erschöpfend berichtet werden. Die Schwierigkeit liegt darin, die Waffe nicht zu einer zweischneidigen zu machen. Man muß bestrebt sein, Mittel zu finden, um den Bombenballon wieder zurückholen zu können, wenn widriger Wind ihn auf das eigene Lager lostreibt. Am sichersten scheint es zu sein, die Auslösung der Bombe von einem begleitenden bemannten Ballon aus vorzunehmen, wenn man der plötzlichen Erleichterung wegen sie nicht einfach aus letzteren hinauswerfen will. Je-

denfalls ist es nicht schwer, hier verwendbare Projekte zu finden, sobald eine gewisse Übung im Umgang mit aërostatischen Maschinen vorhanden ist.

Die moralische Wirkung auf die Einwohnerschaft einer so gefährdeten Festung, muß ganz erheblich sein. Man versetze sich nur in die Situation hinein: Am Horizont sieht man derartige Bombenballons aufsteigen. Sie kommen höher und ihre Zugrichtung wird ängstlich von den zusammenströmenden Leuten beobachtet. Nachdem die Ungewißheit, ob sie herüberkommen, der schrecklichen Gewißheit Platz gemacht hat, wird die Aufregung größer und wächst wegen der eisernen Ruhe und Gemächlichkeit, mit der die unheimlichen Ballons mit den deutlich sichtbaren Höllenmaschinen darunter, einherziehen bis zur Raserei. Die Spannung, wann sich das Uhrwerk auslösen wird, muß auf die schon nervöse Bevölkerung entsetzlich wirken, besonders wenn bereits Treffer zu verzeichnen sind. Blindlings vernichten ja diese dem Winde überlassenen Bomben alles, was sie treffen, ohne Auswahl, ob es militärischen Zweck hat oder nicht.

Das ist auch der Grund, weshalb auf der Internationalen Friedenskonferenz im Haag (1899) die Vereinbarung getroffen ist, vorläufig und zwar auf die Dauer von 5 Jahren solche Lufttorpedos nicht zu benutzen. „Die vertragschließenden Mächte willigen für die Dauer von 5 Jahren ein, das Werfen von Geschossen oder Explosivstoffen aus Luftballons oder durch analoge Mittel zu untersagen", ist der Wortlaut. Das Interessante ist dabei die geringe Beschränkung auf nur 5 Jahre. Dann hofft man schon die Luftschiff-

fahrt für militärische Operationen so ausgebildet zu haben, daß der Ballon auch zugleich eine brauchbare Waffe abgiebt.

Mit Hilfe des hier gegebenen Materiales wird der Leser die Überzeugung bekommen haben, daß auch im Militärwesen die Luftschiffahrt berufen ist, eine Rolle zu spielen. Es ist zwar mehr von dem die Rede gewesen, was noch werden soll, als von dem schon Geleisteten. Das ist aber für die Entwicklungsstufe der Luftschiffahrt recht bezeichnend.

Unser Sport selbst läßt es sich aber schon gefallen, daß Ballons auch im Heere und der Marine benutzt werden. Durch die mit notorisch großen Geldmitteln angestellten militärischen Versuche werden Erfahrungen über Technik und Material gewonnen, welche für die Luftschiffahrt von größter Fruchtbarkeit geworden sind. Besonders in Deutschland kann man das merken, wo das Aufblühen des neuen Sports mit seiner Einführung in das Heereswesen parallel geht. Ferner eignet sich auch gerade die moderne militärische Erziehung unserer Offiziere mit ihrer Schneidigkeit, die in gleicher Übung im Befehlen und Gehorchen sowie unentwegter Durchführung des als richtig Erkannten besteht, ganz besonders zur Ausbildung von Ballonführern.

Siebentes Kapitel.

Lenkbare Luftschiffahrt.

Von der „modernen" Luftschiffahrt wollte ich dem Leser erzählen. Den lenkbaren Ballons und Flugmaschinen kann man aber noch nicht nachsagen, daß sie modern sind. Sie gehören der Zukunft an und die bisherigen Arbeiten sind vorbereitender Art. Das könnte allein entschuldigen, wenn über sie in diesem Buche nur in zweiter Linie die Rede sein soll. Der Hauptgrund aber, weshalb hier eine objektive und mehr historische Berichterstattung erfolgt, sind die außerordentlichen Meinungsverschiedenheiten, die in diesem so viel umstrittenen Gebiete herrschen und fernerhin die vollkommene theoretische Natur der Fragen, um deren Lösung es sich hier handelt und die ein tieferes Eingehen in die Mathematik und Physik verlangt, als es dem populären Charakter der Abhandlung entsprechen würde.

Ein vierter Grund ist noch bestimmend für die Tendenz dieses Kapitels gewesen, daß sich nämlich bei den meisten Schriften über Luftschiffahrt hinter



Fig. 27. Der Schwarz'sche Aluminium-Luftballon. Ballon und Gondel mit dem Motor.

ganz harmlosen Titeln zuletzt doch nur Propaganda eines neuen „lenkbaren Ballons" oder einer Flugmaschine verbirgt. Das soll hier nicht der Fall sein.

Die Geschichte der Lenkbaren Luftschiffahrt — Verzeihung, man sagt wirklich so, obgleich man natürlich nicht der Luftschiffahrt, sondern nur den Luftschiffen die Lenkbarkeit nachrühmt — ihre Geschichte also fällt sehr häufig zusammen mit der der gesamten Aëronautik. Noch ehe das Prinzip des Ballons klargestellt war, wurden Versuche angestellt, ihn nach Belieben zu lenken. Wie schon erzählt, kommt das genannte Problem darauf hinaus, einem Aërostaten eine eigene Geschwindigkeit zu erteilen. Sobald das der Fall ist, folgt daraus die Steuerfähigkeit als selbstverständlich.

Von diesen Bestrebungen zu unterscheiden und doch mit ihnen zusammen zu behandeln sind die Versuche, durch Flugmaschinen Menschen in die Luft zu erheben und in diesem Medium nach einem gewollten Orte zu transportieren. Beide verfolgen die gleichen Zwecke und haben viel gemeinsame Punkte in der Art und Weise, wie man das erstrebte Ziel erreichen wollte.

Der Wunsch, sich in der Luft nach Belieben zu bewegen, schlummert im Volke und wird leicht durch Vorführungen und Vorträge, auch durch Broschüren geweckt. Deshalb sollte man so leise wie möglich derartige Fragen behandeln; denn wenn in phantasiebegabten Köpfen die Lust an diesen Problemen erwacht, so giebt es meist ein Unglück. Genie ist ja so nahe verwandt mit Irrsinn! Und wo sich ein begabter

Mann ohne gründliche Vorkenntnisse mit der Lösung der Lenkbarkeitsfrage zu befassen beginnt in der zuerst auch berechtigt erscheinenden Meinung, es könne doch nicht schwer sein das Richtige zu finden, da verfolgt es ihn wie ein böser Dämon. Mit tieferem Eindringen tauchen ihm Pläne auf, gute und falsche, und sie bekommen über ihn eine Herrschaft, die ihn seinem Berufe, seiner Familie entfremdet und stets nur das eine Ziel sehen läßt. Von Haus und Hof treibt ihn der Wahn, legt ihm Entbehrungen auf, die er gern trägt, nimmt ihm seinen Besitz, seine Ehre, seine Moral und — seinen Verstand. Geld will der Erfinder haben, um seine Ideen auszuführen, Geld, woher es auch komme. Sind seine Mittel verbraucht, so greift er zur Reklame, zur schreiendsten, ekelhaftesten und niedrigsten Reklame. Und wenn alle Welt sich von dem Unsinn überzeugt hat, so verharrt er doch im festen Selbstvertrauen. In der Überzeugung ein Kulturwerk zu vollbringen, zwingt er — seiner Ansicht nach — die Menschen zu ihrem Glück und wird ein Betrüger.

Wie viele Beispiele giebt es für diesen Werdegang! In jedem Jahre, in jedem Staate tauchen neue von dem unheilbaren Wahne erfaßte Geisteskranke auf, die sich einbilden, den lenkbaren Ballon erfunden zu haben. Durch ihre Geheimniskrämerei, ihr lächerliches Selbstvertrauen und die offenbare Unsinnigkeit der Pläne tragen sie immer wieder dazu bei, die wirklich reelle Beschäftigung mit den genannten Fragen zu einem gefährlichen Wagnis zu machen, bei welcher der Fachmann Gefahr läuft, Achtung, Vertrauen und die Fähigkeit ernst genommen zu werden einzubüßen.

So oft wurde durch die Presse, die neuen Ideen leicht ihre Spalten zur Verfügung stellt, mit großem Pomp die endgültige Erfindung des lenkbaren Ballons angekündigt, und fast ebenso oft war ein riesiges Fiasko das Resultat. Da entstand jene Verachtung der Luftschifffahrt, die auch keinem Uneingeweihten verdacht werden kann. Noch heute lesen wir alle Monat von einem neuen lenkbaren Luftschiff und jeder Luftschiffer, dessen Name einmal das Unglück hatte, durch die Zeitungen bekannt zu werden, kann von den „Erfindungen" ein Lied singen, das zwar zuerst ergötzlich und verheißungsvoll anhebt, gewöhnlich aber in jammervollen Akkorden ausklingt. Nur selten sind wirklich gute Gedanken hinter allen Laien-Problemen. Und wenn schon die Anzahl der wirklich zur Ausführung gekommenen sehr gering ist, wieviel seltener sind erst die, welche sich wirklich bewährt haben!

Im Publikum findet man über die Lenkbare Luftschiffahrt die widersprechendsten Anschauungen: Während die einen glauben, man führe stets mit steuerfähigen Ballons, sind andere der Meinung, daß es überhaupt noch niemals einen lenkbaren Ballon gegeben hätte. Es sollen sogleich eine Anzahl der bisher wirklich brauchbaren Maschinen angeführt werden, um den allzugroßen Pessimismus zu zerstreuen. Man muß auch in den Erfolgen unterscheiden zwischen den lenkbaren Aërostaten, bei denen die Hubarbeit durch Gashüllen geleistet wird, und den Flugmaschinen, die schwerer als die Luft sind und durch Maschinenkraft sowohl emporgehoben, als auch weiterbewegt werden müssen. Man spricht bei letzteren von

„dynamischer Luftschiffahrt". Beide Arten haben ihre überzeugten Vertreter, und eine Zeitlang wogte ein heißer Kampf darum, welche wohl die bessere sei, der auch jetzt noch fortbesteht, wenn er auch allmählich in die ruhigen Bahnen der theoretischen Erörterungen herabgestimmt ist. Die Partei der lenkbaren Ballons weist darauf hin, daß von ihr doch schon augenfällige Erfolge errungen seien, während die Flugtechniker, die Anhänger des plus lourd que l'air, die Zukunft für sich in Anspruch nehmen. Wem die Siegespalme zuerteilt wird, läßt sich noch nicht mit Sicherheit absehen. Es sollen hier deshalb beide Parteien gleichmäßig zu Worte kommen.

Die aërostatischen Probleme lassen sich kurz folgendermaßen skizzieren: Eine große Gashülle, welche an der Luft einen riesigen Widerstand findet, soll durch irgendwelche mechanische Kräfte, die ihren Ausgangspunkt im Ballon selbst haben, bewegt werden. Die vornehmsten Gesichtspunkte sind: Verminderung des Widerstandes der Hülle, Vermehrung der Leistung der angewandten Maschinen. Da nun aber größere Leistungen auch schwerere Maschinen erfordern, deren größeres Gewicht also eine größere Hülle und damit einen größeren Widerstand derselben zur Folge hat, so widersprechen sich diese Forderungen und es kommt darauf an, den günstigsten Mittelweg zu finden.

Bevor aber nun dazu übergegangen wird, an einer Reihe von wirklich ausgeführten Plänen die langsamen aber stetigen Fortschritte zu zeigen, die jeder, auch wenn er mißglückt ist, gezeitigt hat, müssen einige

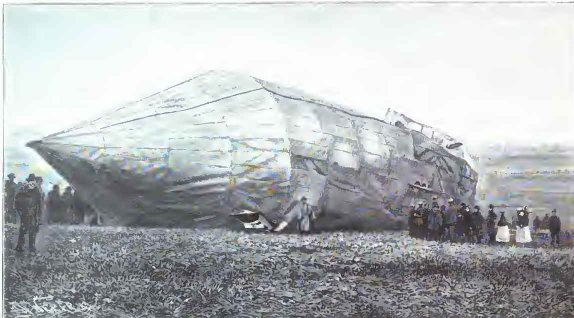


Fig. 28. Der Schwarz'sche Aluminium Luftballon nach dem Absturz.

stets wiederkehrende Gedanken aufgezählt werden, die keinesfalls zu einem Erfolge führen können.

So tritt uns häufig das „Explosionsproblem" entgegen: Wenn man Geschosse vom Ballon aus Geschützen abschießt, die mit ihm verbunden sind, so wollten manche Erfinder — und wollen es auch heute noch — die lebendige Kraft dieser Geschosse zur Fortbewegung verwenden. Entweder schießen sie dieselben — in Gedanken — gegen Platten, die mit dem Ballon verbunden sind, oder verbinden sie auf irgend eine Weise selbst mit dem Ballon. Natürlich liegt hier ein grober Gedankenfehler vor: Abgesehen davon, daß der Aufenthalt in solchem Kanonenballon recht unangenehm sein würde, müßte der Rückstoß, den das Geschütz bekommt und auf den Ballon überträgt, dem Zuge des Geschosses genau gleich und entgegenwirkend sein. Das alte Gesetz: actio gleich reactio (Wirkung ist gleich Gegenwirkung) steht diesen Problemen entgegen. Dem Luftschiffer fehlt eben der feste Erdboden, der sofort den Rückstoß des Geschützes aufheben würde.

Der Leser erinnert sich eines netten „Erlebnisses" von Münchhausen: Der Baron fiel in einen Sumpf und zog sich am eigenen Zopfe wieder heraus. — Genau so machen es viele Erfinder lenkbarer Ballons.

In dasselbe Genre gehört noch folgendes Projekt: Wenn man dem Winde entgegenfahren will, braucht man ihn ja nur in einem großen Trichter aufzufangen, ehe er den Ballon trifft, und in einem Rohre herumzuleiten. Dann bläst er von der andern Seite. (!!) Daß dieser Trichter sowie das Rohr mit dem Ballon verbunden sein müssen, ist dabei leider übersehen.

Ferner muß, um diese Art von Gedankenfehler noch näher zu erklären, eine Geschichte erzählt werden, die Hauptmann von Sigsfeld gern vorzutragen pflegte: Ein Mann hatte die sehr richtige Beobachtung gemacht, daß eine Schiffsschraube im Wasser mehr Wirkung hat als in der Luft. Man braucht also — meint er — die gewöhnlich benutzte Luftschraube nur in einem Wasserbehälter laufen zu lassen, um genügende Wirkung zu bekommen!! Daß wieder dieser Wasserbehälter mit dem Ballon in Verbindung stehen muß, vergißt er ebenfalls.

Das sind ernst gemeinte Vorschläge, und wenn auch die krassen Fälle herausgesucht sind, so sieht man dabei doch, daß die Geschichte von Münchhausens Zopf sehr nahe liegt. Noch heutzutage bekommt man sie — ins Luftschifferische übertragen — häufig vorgesetzt.

Die vorhin mitgeteilten Gedanken über das Explosionsproblem haben dabei doch eine gewisse Berechtigung, wenn auch nur zufälligerweise und im entgegengesetzten Sinne. Wenn nämlich die bei der Explosion auftretenden Gase in eine bestimmte Richtung gelenkt werden, so finden sie an der Luft einen Widerstand und treiben den Ballon nach der Richtung, aus welcher sie kommen. Montgolfier hat diese Idee schon vorgeschwebt, als er vorschlug, an einem kugelförmigen Warmluftballon eine Öffnung anzubringen, aus welcher die heiße Luft ausströmen könne. Leider wurde die Ausführung durch Zufall vereitelt.

Noch eine andere Idee, die auf richtigen Grundlagen beruht, kann zu den Toten geworfen werden: Die lebendige Kraft des Ballons beim Fallen und

Steigen zu einer Richtungsänderung zu benutzen. Durch Anbringung schiefer Ebenen sollte die Steuerbarkeit erreicht werden. — Es sind auf dieses Prinzip hin auch Ballons gebaut, doch ohne jeden Erfolg, weshalb eine Neuanwendung kaum wieder zu erwarten ist. Das fortwährende schnelle Fallen und Steigen würde das Fahren in ihnen auch keineswegs sehr angenehm machen.

Wenn wir an dieser Stelle von der Lenkbarkeit eines Ballons durch Benutzung verschieden gerichteter Luftschichten absehen, so bleiben nur noch die länglichen Luftschiffe übrig, deren Form einen möglichst geringen Luftwiderstand zur Folge hat und deshalb die Anwendung von Maschinen begünstigt. Man wird nicht übertreiben, wenn man die Anzahl der veröffentlichten Projekte und im Modell zur Ausführung gebrachten länglichen Ballons auf über 100 schätzt. Von Wichtigkeit sind nur wenige von ihnen und ich will mich darauf beschränken, 9 Typen kurz zu beschreiben.

Der erste wirklich brauchbare Ballon wurde von dem genialen französischen Ingenieur Giffard im Jahre 1852 konstruiert. Er hatte Zigarrenform und war in günstigen Dimensionen gebaut. Eine Dampfmaschine mit Koksheizung wirkte auf eine Propellerschraube mit etwa 3 Pferdekräften. Sie war in einer Gondel angebracht, welche tief unter dem Ballon hing, weshalb die Kraft nicht günstig auf die Gashülle übertragen wurde. Die damalige Dampfmaschinentechnik stand noch nicht auf der heutigen, durch den Automobilsport in erster Linie bewirkten Höhe, und so bekam der

Ballon keine größere Geschwindigkeit, als 2 bis 3 Meter pro Sekunde. Im Jahre 1855 wurden die Versuche mit einem stärkeren Motor wiederholt. Dabei glitt das Netz vom Ballon und die Insassen fielen mit dem Motor herab. Letzterer wurde dadurch zerstört.

Der Deutsch-französische Krieg zeitigte eine neue Konstruktion. Der Marine-Ingenieur Dupuy de Lôme entledigte sich eines Auftrages des französischen Kriegsministeriums in der Weise, daß er sich in das ihm ganz unbekannte Gebiet mit anerkennenswertem Eifer und mathematischem Geschick einarbeitete. Jedoch unterschätzte er die Windstärke zu sehr. Sein Motor bestand aus 8 Matrosen, welche an einer Welle die Propellerschraube in Bewegung setzten. Infolgedessen erreichte er bei einem geschätzten Kraftaufwande von 3 Pferdekräften nur 2,8 Meter pro Sekunde. Der Hauptfortschritt dieses Projektes liegt in der Verbindung von Ballon und Motor durch ein sogenanntes Netzhemd. (1872.)

In demselben und im nächsten Jahre machten die Versuche des Mainzer Haenlein von sich reden. Er führte die geniale Idee aus, das Gas zum Speisen seines Lenoir-Motors dem Ballon zu entnehmen. Die vier benutzten Cylinder bedurften der Wasserkühlung. Trotz der hierdurch hervorgerufenen großen „toten Last" und obgleich nur Leuchtgas verwandt war, soll der Ballon gute Fortbewegung gezeigt haben. Frei ist er leider nicht geflogen. Die Versuche fanden in Wien und Brünn statt.

Von 1880 bis 1896 mit längeren Unterbrechungen



Fig. 29. Graf Zeppelins Luftschiff während des Fluges.

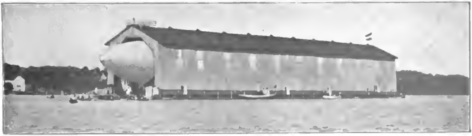


Fig. 30. Graf Zeppelins Luftschiff in der Halle.

fanden an mehreren Orten Deutschlands Aufstiege mit lenkbaren Ballons des Oberförsters Baumgarten und des Dr. Wölfert statt. Es wurden Daimler-Motore verschiedener Stärke verwandt. Auf Veranlassung Baumgartens wurde seine Lieblingsidee, eine Hubschraube zum Auftrieb zu benutzen, ausgeführt, welche die Wirkung der Propellerschraube im vertikalen Sinne haben sollte. Das Unternehmen, welches eine Zeitlang aus pekuniären Gründen den Charakter des Gewerbes trug, endigte mit einer Katastrophe. Der Motor befand sich nämlich ganz dicht unter der Gashülle und die Ventile waren seitlich angebracht. Bei einer Fahrt auf dem Tempelhofer Felde 1897 scheint sich das Füllgas beim Ventilziehen entzündet zu haben, der brennende Ballon stürzte herab. Dr. Wölfert und sein Begleiter kamen ums Leben. Der Ballon wird vielen von der Industrie- und Gewerbeausstellung in Berlin (1896) noch in Erinnerung sein.

In Frankreich hatten 1885 die Gebrüder Gaston und Albert Tissandier an einem Ballon, den man als eine Kopie des Giffardschen bezeichnet hat, eine wichtige Verbesserung angebracht: Ihre Kraftquelle war eine Siemenssche Dynamomaschine, die durch eine Batterie von Bichromatelementen getrieben wurde. Sie erreichten dadurch einen großen Nutzeffekt und trotz der geringeren Anzahl von $1^1/_2$ Pferdekräften doch 4 Meter Geschwindigkeit.

In aller Stille hatten die Offiziere der Luftschifferschule in Meudon bei Paris, Gebrüder Renard und Krebs, ein lenkbares Luftschiff gebaut, mit dem sie 1884 an die Öffentlichkeit traten. Unter Benutzung

aller früheren Erfahrungen und sorgsamster Berechnung der Dimensionen ausgeführt, ist dieses Projekt eigentlich das erste, an dem man erkennen konnte, welche aëronautischen Erfolge die damalige Technik zu zeitigen vermochte. Es hatte die Form eines fallenden Tropfens, oder richtiger gesagt, die von größeren Fischarten, wodurch der Luftwiderstand auf den kleinsten Betrag herabgemindert wurde. Alle guten Erfahrungen waren — wie schon gesagt — verwandt: Ballonet, Netzhemd, Dynamomaschine mit Chromsäurebatterie, Laufgewicht in der langgestreckten Gondel, Propellerschraube möglichst dicht unter der Gashülle. Der Erfolg davon war, daß sie von 7 Aufstiegen fünfmal zur Abfahrtstelle zurückkehrten und eine Geschwindigkeit bis 6,5 Meter pro Sekunde erreichten. Zur Vollkommenheit — abgesehen von den Dimensionen — fehlte ihm erstens eine größere Fahrtdauer — die Batterie nutzte sich infolge ihrer kolossalen Beanspruchung schnell ab — und zweitens eine feste Hülle.

Diese letzte Verbesserung brachte der Schwarzsche Aluminiumballon von 1897. Seine Hülle bestand aus 0,2 Millimeter starkem Aluminiumblech, das — ein Triumph der Technik! — tadellos luftdicht zusammengenietet gewesen sein soll. Ein vierzylindrischer Daimler-Motor von 16 Pferdekräften konnte 4 verschiedene Schrauben (2 seitliche, eine Vortriebs- und eine Horizontalschraube) in Bewegung setzen. Leider war trotz der Starrheit der ganzen Konstruktion keine andere Landungsvorrichtung vorgesehen, als die Horizontalschraube. Als daher die Treibriemen während der Fahrt abfielen, mußte der Aluminiumkoloß schmählich

zerschellen. Es ist für die gute Sache außerordentlich beklagenswert, daß nur diese Auffahrt zustande kam.

Wir kommen jetzt zu dem bisher letzten deutschen Luftschiff, dem Sr. Exzellenz des Grafen Zeppelin. Jedem ist ja der schmale lange Ballon vom Bodensee bekannt, von dem in den letzten Jahren so viel gesprochen wurde. Große Hoffnungen brachten die Einen, noch größeres Mißtrauen die Andern diesem Riesenunternehmen entgegen. Jetzt ist es still geworden. Langsam verliefen die Wellen und nur die Fachmänner kennen die thatsächlichen Erfolge. Beide Parteien können ihre Prophezeihungen für bestätigt halten, Optimisten wie Pessimisten. Einerseits hat sich das Luftschiff als stabil erwiesen und die Geschwindigkeit alle früheren übertroffen; es ist im wesentlichen heil aus den Versuchen hervorgegangen und hat beim letzten seine Auffahrtsstelle wieder erreicht. Andererseits hat es bei jeder Landung, obgleich sie auf Wasser stattfand, einige Havarie erlitten und trotz der bedeutend höhern Kosten das um 15 Jahre früher gebaute Renardsche Luftschiff nur um 2 Meter Geschwindigkeit übertroffen, während seine Fahrtdauer unglücklicher Verhältnisse halber hinter dem französischen zurückblieb.

Über die Geschichte und die Einzelheiten der Konstruktion ist folgendes zu erzählen: Graf Zeppelin begründete zum Zwecke der Durchführung eines von ihm aufgestellten Projektes die „Aktiengesellschaft zur Förderung der Luftschiffahrt" in Stuttgart, welcher eine große Zahl namhafter Männer der Gesellschaft, vornehmlich Süddeutsche, als Aktionäre beitraten. Von

fähigen Ingenieuren unterstützt, wurde das genau berechnete Luftschiff vom Grafen Zeppelin auf dem Bodensee ausgeführt. Zum Schutze gegen Wind und Wetter war eine große Ballonhalle im See verankert, und in derselben ein Floß, auf dem der Ballon montiert wurde.

Eine lange dünne Röhre, 128 Meter lang und kaum 12 Meter breit, wird von 17 nebeneinanderliegenden Gashüllen verschiedener Größe ausgefüllt, die zusammen einen Kubikinhalt von über 11000 Kubikmeter haben. Sie sind mit einem neu erfundenen Dichtungsmittel, dem Ballonin, gedichtet; ihre Füllung geschieht durch Wasserstoff. Um diese vielen Ballons zusammenzuhalten, die Reibung der Luft an ihnen zu vermindern, und einen Einfluß von Winddruck und Niederschlägen auf äußere Form und sonstige Konstitution zu verhindern, ist ein festes Aluminiumgerippe, aus 24 regulären, langgestreckten Rechtecken bestehend, mit zwei abschließenden ogivalen Enden konstruiert, das außen mit wasserdichtem — nicht aber gasdichtem — Stoff überzogen ist. Zwischen den einzelnen Ballons befinden sich zur Versteifung Querwände. An diesem Gerüst sind 3 Meter unter dem Ballon und durch eine 50 Meter lange Gitterkonstruktion miteinander verbunden, 2 Aluminium-Gondeln aufgehängt, deren jede einen viercylindrischen Daimler-Benzinmotor von 16 Pferdekräften barg. Oberhalb jedes Motores, etwas unter der Längsachse des Ballons und genau in der Angriffsachse des Luftwiderstandes sind links und rechts je eine Schraube, also im ganzen vier angebracht, die vor- und rückwärts

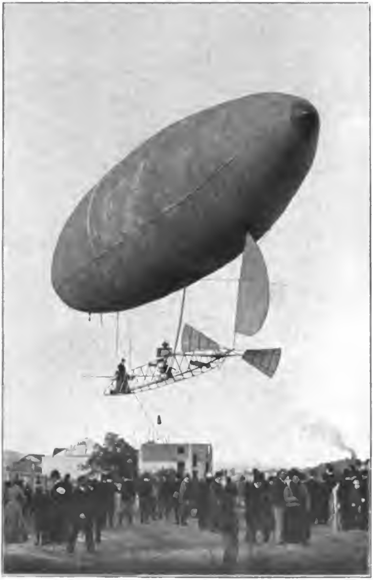


Fig. 31. Das Lenkbare Luftschiff von de Santos Dumont.

laufen können. Die Steuerung geschah durch Vertikalsteuer die vorn und hinten angebracht waren. Das Steigen und Fallen sollte — abgesehen von Ballast- und Ventilgebrauch — einesteils durch ein Horizontalsteuer, ferner durch Schiefstellen des ganzen Ballons mittels eines Laufgewichtes von 100 Kilogramm bewirkt werden, das zwischen den beiden Gondeln sich bewegte. Die Ventile sind nach eigenen Angaben des Grafen gebaut, und zwar besitzt jede der 17 Gashüllen ein besonderes. Bei einem solch großen Ballon muß man natürlich mit gewaltigen Ballastmengen operieren. So war Wasserballast in Säcken zu 200 Kilogramm angebracht.

Die Füllung der Gashüllen war mit ungeheuren Schwierigkeiten verknüpft. 2600 Stahlflaschen mit komprimiertem Wasserstoff wurden gebraucht. Durch besondere Vorrichtung und infolge Übung der damit betrauten Herren wurde sie beim zweiten Aufstiege in weniger als sieben Stunden bewerkstelligt. Die aëronautische Führung während der Fahrt hatte Graf Zeppelin selbst inne, während die aërostatische ihm von einem andern Luftschiffer abgenommen wurde. Die Befehle von der vorderen Gondel zur hinteren erfolgten mittels elektrischer Glocke und Sprachrohr.

Wie schon erwähnt, wurden 3 Auffahrten unternommen: Am 2. Juli 1900 um 8 Uhr abends, am 17. Oktober $4^3/_4$ bis $6^1/_4$ Uhr nachmittags und am 22. Oktober 5 bis $5^1/_2$ Uhr nachmittags. Bei der ersten Fahrt erreichte das Luftschiff nur eine geringe Eigengeschwindigkeit. Infolge der während der Fahrt eingetretenen Havarien konnten die Maschinen nicht

normal wirken. Auch bei der zweiten Fahrt mußte die Landung eintreten, ehe sie beabsichtigt war, weil eine der Ballonhüllen platzte. Immerhin konnten einige Kurven und Schleifen gefahren werden, so daß die Steuerfähigkeit offenbar wurde. Der dritte Aufstieg erst ist als gelungen zu bezeichnen. Der Ballon beschrieb eine große 8 und landete in der Nähe der Ballonhalle.

Die Ansicht, daß der Zeppelinsche Ballon die Erwartungen seines Erbauers doch nicht gerechtfertigt habe, scheint dadurch bestätigt zu werden, daß weitere Fahrten nicht stattfanden. Die Hauptursache daran werden allerdings die damit verbundenen Schwierigkeiten und Ausgaben haben — jeder Aufstieg soll 20000 Mark kosten —, aber wenn einmal 1 Million Mark für das Projekt ausgegeben ist, so hätte man sie doch gewiß ausgenutzt, wenn praktische Erfolge in Aussicht gewesen wären. Und hierin gehen die Ansichten eben auseinander: Während eine große Anzahl der bedeutendsten Luftschiffer dem Grafen Zeppelin uneingeschränkt Beifall und Bewunderung zollt, hat jüngst Hauptmann Hörnes in Wien in einem hochbedeutsamen Buche „Lenkbare Ballons" trotz aller Anerkennung eine offene sachliche Kritik des Unternehmens angetreten.

Da Graf Zeppelin an neuen Projekten arbeiten soll, steht zu erhoffen, daß spätere Versuche sich die rückhaltlose Anerkennung a l l e r Fachleute erwerben werden.

Abermals richten sich unsere Blicke nach Paris, wo wir eine ganz andere, uns hochinteressante Art

der lenkbaren Luftschiffahrt aufkommen sehen, die weniger bezweckt frühere Versuche zu übertreffen, als vielmehr vorerst einmal richtig in der Luft umherzufahren und Praxis in der Behandlung lenkbarer Aërostaten zu sammeln. Ein reicher Brasilianer, de Santos Dumont, macht von seinen Mitteln diesen zweckmäßigen Gebrauch. Mit bewunderungswürdiger Konsequenz verfolgt er den Plan einen kleinen, möglichst leichten Ballon durch einen Petroleummotor, der einige Meter unter ihm hängt, treiben zu lassen. Santos Dumont selbst ist sein einziger Passagier mit dem geringen Gewichte von 55 Kilogramm. Er muß sich durch sein temperamentvolles Auftreten und seine Kühnheit trotz aller Unglücksfälle die Sympathie aller Luftschiffer erwerben und wenn man eben nicht nur die fortschrittliche Entwickelung im Auge hat, sondern die sportliche, so kann man es nur mit Freuden begrüßen, daß ein Mann wie Santos Dumont, dem die Mittel so unerschöpflich fließen, darauf verfallen ist nicht nur zu konstruieren, sondern auch wirklich zu fahren.

Neues bringt sein Luftschiff nicht. Nur in Kleinigkeiten sind Fortschritte zu verzeichnen. Er benutzt die bisherigen Erfahrungen und hat im wesentlichen den Renard-Krebsschen Ballon in kleinere Dimensionen übertragen. Vermöge der Verbesserungen in der Konstruktion von Petroleummotoren hat er eine etwas größere Geschwindigkeit als jene (7 Meter pro Sekunde) bei 16 Pferdekräften erreicht, als er den Henri Deutsch-Preis gewann. Henri Deutsch, ein Pariser Sportsmann, hatte 100000 Fr. für denjenigen

ausgesetzt, welcher mit einem Luftschiffe vom Parke des Aéroklub aus den Eifelturm umkreist und innerhalb 30 Minuten am Aufstiegsorte landet. Die Strecke beträgt hin und zurück 11 Kilometer. Am 19. Oktober 1901 entledigte sich Santos Dumont nach einem vorhergegangenen vergeblichen Versuche dieser Aufgabe in 30 Minuten 40 4/5 Sekunden. Ihm wurde dennoch der Preis zuerkannt, den er an die Armen von Paris und seine Mechaniker verteilte. Es war das der sechste Ballon. Mittlerweile hat der kühne Sportsman einige Fahrten bei Monaco unternommen, deren letzte hart an der Katastrophe vorüberging: Über dem Hafen erfaßte ein plötzlicher Windstoß den Ballon und warf ihn ins Meer. Zum Glück waren Schiffe in der Nähe, die den Insassen retteten, wenn auch das Fahrzeug zerstört wurde.

Santos Dumont arbeitet weiter. Wir hoffen, daß seine Energie ihn nicht eher verläßt, als bis er etwas wirklich Vollkommenes in der Lenkbaren Luftschiffahrt geschaffen hat. Projekte und Modelle giebt es in Hülle und Fülle; aber an Luftschiffen, die wirklich praktischen Erfolg gehabt haben, ist bisher großer Mangel.

In dem laufenden Jahre (1902) hörte man wieder von einer Anzahl — meist französischer — Projekte. Drei von ihnen sind durch Katastrophen, die mit dem Tode der Erfinder endigten, erledigt, ob aus den übrigen wirklich Hervorragendes herauskommt, bleibt abzuwarten.

Nebenstehend folgt eine Zusammenstellung der besprochenen lenkbaren Luftschiffe.

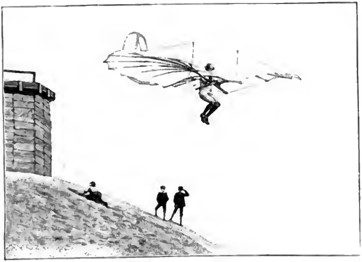


Fig. 33. Ein Flugversuch von O. Lilienthal.

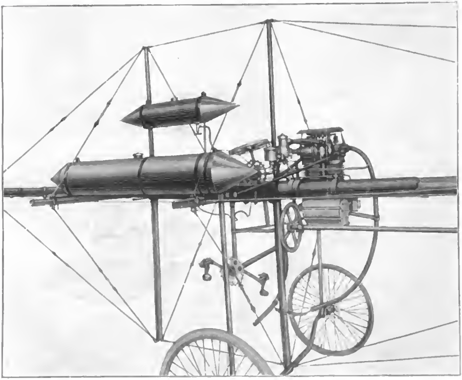


Fig. 32. Maschine, Wasser- und Petroleumbehälter sowie Steuerregulirung zu de Santos Dumont's Lenkbarem Luftschiff.

Zusammenstellung der lenkbaren Luftschiffe.

Lenkbares Luftschiff.	Länge. m	Durchmesser. m	Pferdekräfte.	Geschwindigkeit. (m. p. Sek.)
Giffard	44 resp. 70	12	3	2 bis 3
Dupuy de Lôme .	36.2	14.8	3	2.8
Haenlein	50.4	9.2	3.6	5?
Wölfert . . . . (letzter Ballon)	28	8.5	8	5.5?
Tissandier. . . .	28	9.2	1.5	4
Renard und Krebs.	50.4	8.4	12	6.2 bis 6.5
Schwarz	47.5	14	16	?
Zeppelin	128	11.6	32	8 bis 9
de Santos Dumont (Ballon Nr. 6)	33	6	16	7

Die Meinungen über die Aussicht der lenkbaren Ballons gehen weit auseinander. In den letzten Jahren herrschten in Fachkreisen recht pessimistische Stimmungen vor. Man hielt es zwar für möglich, daß ein gut berechneter Aërostat eine Geschwindigkeit von etwa 8 bis 10 Meter bekommen und damit für einen großen Teil des Jahres brauchbar sein würde, bedachte aber, daß eine Verdopplung dieser Leistung nur eintreten könne, wenn die treibende Kraft ohne Gewichtsvermehrung die vierfache Größe bekäme. Die meteorologischen Beobachtungen ergeben nun, daß eine Eigenbewegung von 12 Meter pro Sekunde einen Ballon in 85 % aller Tage nach jeder gewünschten Richtung führen würde, wenn auch natürlich gegen den Wind um soviel langsamer, als es mit dem Winde schneller gehen würde. Daher müßten, um die bisherigen erreichten Geschwindigkeiten von 8 Meter auf die von 12 Meter zu bringen, die Leistungen der Motore mehr als verdoppelt werden, also bei gleichem

Gewichte statt 16 nunmehr 36 Pferdekräfte zu Verfügung stehen. Und das schien bisher unerreichbar, ja der bekannte Wiener Flugtechniker, Oberingenieur Ritter von Loeßl, berechnete, daß niemals ein Ballon eine größere Eigenbewegung als 8 Meter erlangen könnte. Damit wäre es allerdings bewiesen, daß es Kraftvergeudung heißen würde, wenn man nur einen Augenblick noch den genannten Projekten opfern wollte.

Doch auch von der Dampfmaschine berechnete ein Deutscher, daß sie niemals auf Schienen laufen könnte, als es in England schon Eisenbahnen gab. Und gerade in diese jetzige Periode der aërostatischen Entwicklung platzt ein Werk hinein, welches geeignet ist, die Ansichten wieder umzustürzen. Hauptmann H. Hörnes vom k. k. Eisenbahn- und Telegraphenregimente in Wien hat auf Grund ausführlicher Berechnungen die Ansicht gewonnen, daß die Zukunft des lenkbaren Ballons sehr wohl aussichtsreich sei. Allerdings könne man nur mit großen Ballons genügende Geschwindigkeiten erlangen. Der Name des Verfassers hat gerade in den Kreisen, die sich mit Lenkbarkeitsproblemen abgeben, einen vorzüglichen Ruf und es ist anzunehmen, daß sein Wort nicht ungehört verhallen, sondern eine neue Schaffensperiode hervorzaubern wird, die, wenn sich seine Berechnungen als richtig herausstellen, Umwälzungen auf allen Gebieten des Lebens im Gefolge haben muß.

Je mehr sich die Meinung der Fachleute infolge der vielen fehlgeschlagenen Versuche und der aufge-



Fig. 34. Das Flugrad Nemethy.

stellten Theorien vom lenkbaren Ballon abwandten, um so mehr gewannen Bewegungen an Boden, welche, älter als der Ballon, eine rein dynamische Luftschiffahrt bezweckten. Ohne den großen Gassack mit seiner Schwerfälligkeit, seinem Luftwiderstand und seinen unerschwinglichen Kosten will man sich in die Luft erheben und darin nach Wunsch fliegen, also die sagenhaften Versuche des Dädalus zur Wahrheit machen.

Damit trat man aber in ein Gebiet ein, das aus verschiedenen Gründen zu den allerschwierigsten gezählt werden muß. Erstens kennt man die dazu verwandten Naturkräfte viel zu wenig, um mit bestimmten Zahlen operieren zu können; Versuche sind außerordentlich gefährlich und deshalb Erfahrungen schwer zu sammeln. Aber je geringer die bekannten Thatsachen sind, um so mehr hat Geist und Phantasie Gelegenheit sich auszutoben, und so sind denn die 80er und 90er Jahre reich, ja überreich an Meinungen, besonders aber an Meinungsverschiedenheiten. Die Zeitschriften der genannten Jahre sind eher Streitschriften zu nennen, da mit den geringsten praktischen und theoretischen Kenntnissen „Gesetze" aufgestellt wurden, die den lebhaftesten Widerspruch der andern hervorriefen. Meist gerieten die Praktiker, die Beobachter des Vogelfluges, in Streit mit den Theoretikern.

Bibliotheken wurden allein über die ersten Grundlagen der dynamischen Aëronautik, den Vogelflug, geschrieben. Dieser kommt bekanntlich dadurch zustande, daß durch abwärts gerichtete Flügelschläge die Luft derart verdichtet wird, so daß sie das im Verhältnis zur dargebotenen Fläche und zu dem von

ihm eingenommenen Raume geringe Gewicht eines Vogels zu tragen vermag. Je nachdem der Vogel seine Flügel horizontal oder geneigt bewegt, führt er vertikale oder mehr horizontale Ortsveränderungen aus.

Über die Gründe, warum gerade der Vogel und nicht auch der Mensch, wenn er sich Flügel baue, fliegen könne, herrschen die verschiedensten Ansichten. Man führt an, daß das lockere Gefieder das Volumen vergrößere, ohne das Gewicht wesentlich zu erschweren, daß ferner der Vogel verhältnismäßig größere Körperkraft habe als der Mensch, und hat berechnet, daß die Kraft des letzteren 100fach vergrößert sein müßte, wenn er gleiche Leistungen wie die schnelleren Vögel zustande bringen wollte.

Man kann oft beobachten, daß große Vögel ohne Flügelschlag sich stundenlang in der Luft halten. Das wollte mit keiner der vorhandenen Theorien übereinstimmen und es wurden daher neue gemacht. Geheime Kräfte sollten den Vögeln eigen sein, sagten die einen, die andern rechneten heraus, daß der Vogel zur Schwebearbeit überhaupt keine Kraft gebrauche und konstruierten den „mühelosen Schwebeflug". Ihrer Ansicht nach gewinnt ein Vogel beim Fallen soviel lebendige Energie, daß er sich nun gegen den Wind wenden und von ihm zur früheren Höhe hinauftragen lassen kann. Die Reibung an der Luft wird dabei vernachlässigt. —

So standen also den nicht rechnenden Beobachtern solche gegenüber, die durch Tiftelei die behandelten Probleme zu fördern wähnten. Nur sehr wenige

fanden zum Rechnen und Beobachten den dritten Weg: Das Experimentieren. Gerade wo Daten fehlen, muß der Versuch Platz greifen. Nirgends ist diese Wahrheit so am Platze, wie in der Flugtechnik, wo Übung und Erkennung der Eigentümlichkeiten des Mediums (der Luft) eine so große Rolle spielen. Unter mehreren andern (beispielsweise dem Amerikaner Chanute und dem schon im geschichtlichen Kapitel erwähnten Mr. Alexander) erwarb sich ein Deutscher die größten Verdienste, der Ingenieur Otto Lilienthal aus Berlin. Von einem eigens dazu aufgeworfenen 15 Meter hohen Hügel herunter machte er mit einfachen fallschirmartigen Flächen Gleitversuche. Bald trat eine Steuerungsvorrichtung hinzu und zuletzt gar regelrechte Flügelschläge. Durch die Feststellung, daß der Luftwiderstand gegen fallende Flächen viel größer sei, als man bisher angenommen hatte, ermutigte er viele der Sache näher zu treten. Mit voller Energie trat er für den Flügelflug ein — im Gegensatz zu andern Methoden, von denen sofort näher die Rede sein soll —, weil dabei die geringste Energie gebraucht würde. Durch Benutzung des schon erwähnten Wellen- oder Segelfluges, wobei er die allmählich verlorengehende Energie eben durch Flügelschläge ersetzen wollte, hoffte er sein Ziel zu erreichen. In vielen wissenschaftlichen und populären Abhandlungen forderte er zur Beteiligung an seinem neuen Sport auf und brachte seine hochinteressante Beschäftigung dem menschlichen Denken näher. Er schilderte, wie ihm ganz allmählich die Kunst des Fliegens zu eigen würde, wie er lerne den Un-

regelmäßigkeiten des Windes zu begegnen, erzählte aber gleichzeitig, wie gefährlich diese letzte Eigenschaft der Fliegekunst werden könne. Kommt nur durch Unachtsamkeit oder durch unverschuldete Unebenheit des Terrains einmal die Tragfläche des Flugapparates so zu stehen, daß Wind sie von oben her trifft — besonders wenn plötzlich seitliche Windstöße auftreten —, so verliert die Maschine ihr Gleichgewicht, und noch ehe der Insasse durch Neigung des Körpers die richtige Stellung wiedergewonnen hat, kann die Katastrophe eintreten. Das Tragische daran ist, daß Otto Lilienthal im Jahre 1895 wirklich auf diese Weise nach 23jähriger erfolgreicher Thätigkeit sein Leben einbüßte. Der frühe Tod dieses genialen, hochbegabten Mannes, der für seine idealen Ziele sein Vermögen und seine Kraft geopfert hatte, ist ein unersetzlicher Verlust für die Aviatik.

Alle die unzähligen Projekte von Flugmaschinen, die bekannt geworden sind, teilt Hauptmann Hörnes in Moedebecks „Taschenbuch für Flugtechniker und Luftschiffer" ein in Wellenflieger, Drachenflieger, Segelradflieger, Schraubenflieger und Flügelflieger.

Die Wellenflieger gründen sich auf den schon erwähnten Wellenflug. Sie erfordern große Tragflächen.

Besondere Bedeutung hat der Drachenflieger. Schwachgeneigte Flächen sollen durch Luftschrauben oder andere Mittel vorwärts getrieben werden. Von dieser aussichtsreichen Klasse sind auch schon eine Reihe von Modellen gebaut, die wirklich geflogen sind, wie z. B. die Maschine von Regierungsrat Hofmann und die berühmten Flugmaschinen von Professor

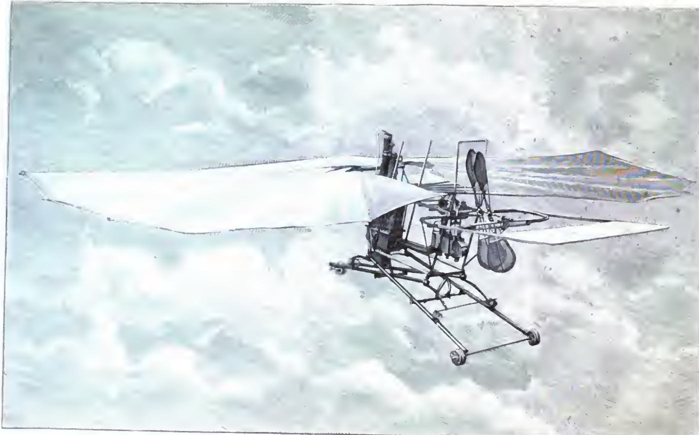


Fig. 35. Modell zum Drachenflieger des Regierungsrats J. Hofmann.

Langley und Maxim. Seit vielen, vielen Jahren arbeitet ferner in und bei Wien der Ingenieur Wilhelm Kreß an Flugproblemen. Mit einer bewunderungswerten Ausdauer und Kühnheit verfolgt er sein Ziel. Von reichen Privatpersonen und Vereinen unterstützt baute er mehrere Modelle, die prachtvoll funktionieren und bei Vorträgen im Saale umherfliegen. Größere Maschinen, die mehrere Personen tragen sollen, sind bisher durch unglückliche Zufälligkeiten mißlungen. Aber nach Versicherungen von Eingeweihten werden die emsigen Bemühungen des greisen Herrn, die des bequemeren Landens und der Versuche auf Booten wegen auf dem Tullnerbach bei Wien stattfinden, von Erfolg gekrönt sein, und der Kreßsche Drachenflieger wird voraussichtlich als erster Flugapparat sich bewähren.

Beim Segelradflieger ist das bekannte Prinzip des Raddampfers auf die Luft übertragen. Schaufeln werden stets so gestellt, daß sie nach unten und hinten die Luft komprimieren.

Das bekannte Kinderspielzeug, die Luftschraube, führte zur Konstruktion von Schraubenfliegern. Schnell rotierende Schraubenflächen bohren sich gewissermaßen in die Luft. Die mit Riesenreklame populär gemachten Projekte des Berliner Erfinders Ganswindt beruhen auf diesem Prinzip.

Die Flügelflieger, obgleich von Lilienthal angelegentlichst empfohlen, kranken an der schwierigen Herstellung. Immerhin giebt es seit dem 17. Jahrhundert Projekte in großer Auswahl.

Bisher hat aber keine Art der dynamischen Luft-

schiffe einen Erfolg gezeitigt und ihre Anhänger können immer nur auf die Zukunft verweisen. Sie glauben, daß man bedeutend größere Geschwindigkeiten als mit Aërostaten erlangen wird, ja W. Kreß spricht von 30 bis 50 Meter pro Sekunde. Das würde ja einen schwindelnden Blick auf die Verkehrsverhältnisse der Zukunft eröffnen! Vorläufig warten wir aber den Beweis ab, ob die Berechnungen stimmen, ob die Stabilität der Flugmaschinen so groß sein wird, daß sie Windstößen und Böen widerstehen können. Das kann vorher niemand berechnen und niemand kann einwandsfrei beweisen, daß die Ansicht der Pessimisten, dem Menschen sei die Herrschaft über das Luftmeer vorenthalten, falsch ist.

Aus der lenkbaren Luftschiffahrt konnte ich also dem Leser nur Hoffnungen und Wünsche vorführen. Aber ich denke, auch dieser Abschnitt wird ihm gezeigt haben, daß etwas im Werden begriffen ist, das Aussicht auf Erfolg hat. Tüchtige Köpfe, geschickte Hände und kühne Herzen arbeiten hier zusammen und die Völker harren mit Spannung, was sie hervorbringen werden. Sollte es uns beschieden sein, Zeuge zu werden, wie der Lieblingstraum der Menschheit in Erfüllung geht?



Fig. 36. Die Flugmaschine des österreichischen Ingenieurs W. Kreß.

Sachregister.

Verzeichnis der Tafeln.

Inhaltsverzeichnis.